

T.C.  
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**BIYOKÖMÜR VE ÇİFTLİK GÜBRESİ UYGULAMALARININ VAN  
EKOLOJİK KOŞULLARINDA ISPANAK (*Spinacia oleracea* L.)  
YETİŞTİRİCİLİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

DOKTORA TEZİ  
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

HAZIRLAYAN: Aynur SADAK TURHAN  
DANIŞMAN: Prof. Dr. Suat ŞENSOY

VAN-2022



T.C.  
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**BIYOKÖMÜR VE ÇİFTLİK GÜBRESİ UYGULAMALARININ VAN  
EKOLOJİK KOŞULLARINDA İSPANAK (*Spinacia oleracea* L.)  
YETİŞTİRİCİLİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

DOKTORA TEZİ

HAZIRLAYAN: Aynur SADAK TURHAN

Bu çalışma Van YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından FDK-2020-9302 No'lu proje olarak desteklenmiştir.

VAN-2022



## KABUL VE ONAY SAYFASI

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda Prof. Dr. Suat ŞENSOY danışmanlığında, Aynur SADAK TURHAN tarafından sunulan “**Biyokömür ve  iftlik Gübresi Uygulamalarının Van Ekolojik Koşullarında Ispanak (*Spinacia oleracea* L.) Yetiştiriciliği  zerine Etkileri**” isimli bu alışma Lisansüstü Eğitim ve  ğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 09/09/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile başarılı/başarısız bulunmuş ve doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Suat ŞENSOY

 mza:

 ye: Pof. Dr. Ertan YILDIRIM

 mza:

 ye: Prof. Dr. Melek EKİNCİ

 mza:

 ye: Doç. Dr. Turgay KABAY

 mza:

 ye: Dr. Öğr. Üyesi Sibel BOYSAN CANAL

 mza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ....../....../..... tarih ve ..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

 mza

Enstitü Müdürü



## TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

İmza

Aynur SADAK TURHAN





## ÖZET

### BİYOKÖMÜR VE ÇİFTLİK GÜBRESİ UYGULAMALARININ VAN EKOLOJİK KOŞULLARINDA İSPANAK (*Spinacia oleracea* L.) YETİŞTİRİCİLİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİ

TURHAN SADAK, Aynur  
Doktora Tezi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı  
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Suat ŞENSOY  
Eylül 2022, 129 sayfa

Van ili arazi koşullarında ıspanakta biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının etkisini belirlemek amacıyla iki yıl sonbahar ve ilkbahar dönemlerinde yürütülen bu çalışmada, bitkisel materyal olarak Matador ıspanak (*Spinacia oleracea* L.) çeşidi kullanılmıştır. Gübre dozları olarak; kontrol ve inorganik kimyasal gübre (KG) (N:P:K: 12kg:8kg:12kg) uygulamasının yanında, KG'ye ilave edilen 3 farklı biyokömür (100, 200 ve 300 kg meşe odun kömürü/da) uygulaması ve KG'ye ilave edilen 3 farklı çiftlik gübresi (1, 2 ve 3 ton koyun gübresi/da) uygulaması yer almaktadır. Tesadüf parselleri deneme bloklarına göre dizayn edilen denemede, 8 gübre uygulaması, 2 tohum ekim dönemi (15 Ekim ve 15 Mart) ve 3 tekerrür için 2×2 m<sup>2</sup> ebadında tavalar şeklinde hazırlanmış toplamda 48 parsel oluşturulmuştur. Parsellere 2.5kg/da oranında tohum ekimi çizgi usulü ile yapılmıştır. Ispanak bitkilerinde bitki sayısı, yaprak sayısı, yaprak kalınlığı, suda çözünebilir kuru madde miktarı, bitki boyu, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, gövde çapı, yaprak alanı, yaprak oransal su içeriği, toplam verim, sapa kalkma oranı, klorofil değeri, membran zararlanma indeksi ile nitrat ve besin elementi (K, Ca, Mg, Cu, Zn, Fe, Na ve Mn) içerikleri belirlenmiştir. İncelenen parametreler doğrultusunda dönemler bazında farklılıklar olduğu ve kullanılan gübre uygulamalarının istatistiki olarak önemli sonuçlar verdiği; KG'ye ilave edilen çiftlik gübresi uygulamalarının genelde ön plana çıktığı ve incelenen birçok parametrede en yüksek sonuçların genelde KG+3ton/da çiftlik gübresi uygulamasından alındığı görülmektedir. Ayrıca, biyokömür gübresinin de kimyasal gübre uygulamasını destekleyici alternatif bir organik materyal olarak kullanılabileceği öngörülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Biyokömür, Çiftlik gübresi, Ispanak, Sürdürülebilir tarım, Van.



## ABSTRACT

### EFFECTS OF BIOCHAR AND MANURE APPLICATIONS ON SPINACH (*Spinacia oleracea* L.) CULTIVATION IN VAN ECOLOGICAL CONDITIONS

SADAK TURHAN, Aynur  
Ph.D. Thesis, Department of Horticulture  
Supervisor: Prof. Dr. Suat ŞENSOY  
September 2022, 129 pages

Matador spinach (*Spinacia oleracea* L.) variety was employed as plant material in the present study, which was carried out in autumn and spring seasons for two years in order to determine the effect of biochar and manure applications on spinach in field conditions in Van. As applied fertilizer doses; additional to control application and inorganic chemical fertilizer (CF) (N:P:K 12kg:8kg:12kg) application, 3 different biochar applications (100, 200 and 300 kg oak charcoal/da) added to the CF as well as 3 different manures (1, 2 and 3 tons of sheep manure/da) applied to the CF. In the experiment, which was designed according to the randomized block design, a total of 48 plots were prepared in the form of pans of 2×2 m<sup>2</sup> for 8 fertilizer applications, 2 seed sowing periods (October 15 and March 15) and 3 replications. The seeds were sown at the rate of 2.5 kg/da on grooves of the plots. Number of plants, number of leaves, leaf thickness, soluble solid content, plant height, plant fresh weight, plant dry weight, stem diameter, leaf area, leaf proportional water content, total yield, bolting rate, chlorophyll amount, membrane damage index and nitrate and nutrient element (K, Ca, Mg, Cu, Zn, Fe, Na and Mn) contents in spinach plants were determined. According to the parameters examined, there are differences on the basis of sowing periods and the fertilizer applications used give statistically significant results; It is seen that farm manure applications added to CF generally come to the fore and the highest results in many parameters examined are generally obtained from the application of CF+3tons/da farm manure. In addition, it is foreseen that biochar fertilizer can be used as an alternative organic material to support the application of chemical fertilizers.

**Keywords:** Biochar, Manure, Spinach, Sustainable agriculture, Van.



## ÖN SÖZ

Lisans eğitimi döneminden itibaren öğrendiğim her bilgide katkısı olan, hem yüksek lisans hem de doktora eğitimim boyunca bilgi birikimi, mesleki ve hayati deneyimlerini benimle paylaşıp, yol gösteren pek kıymetli danışmanım sayın Prof. Dr. Suat ŞENSOY'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Tez izleme komitesinde hocalarım Sayın Doç. Dr. Turgay KABAY'a ve Dr. Öğretim Üyesi Sibel BOYSAN CANAL'a ve tez jürimde yer alan hocalarım, Prof. Dr. Ertan YILDIRIM ve Prof. Dr. Melek EKİNCİ'ye bolca teşekkür ederim.

Tezin her aşamasında yanımda olan, benden maddi ve manevi desteğini esirgemeyen değerli aileme özellikle babam İbrahim SADAK'a ve annem Emine SADAK'a teşekkürlerimi borç bilirim.

Tezin her aşamasında olan, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen varlığıyla beni mutlu eden kıymetli meslektaşım ve değerli eşim Hakan TURHAN'a sonsuz teşekkürlerimi borç bilirim.

2022

Aynur SADAK TURHAN



## İÇİNDEKİLER

|                                                      | Sayfa |
|------------------------------------------------------|-------|
| ÖZET .....                                           | i     |
| ABSTRACT .....                                       | iii   |
| ÖN SÖZ.....                                          | v     |
| İÇİNDEKİLER.....                                     | vii   |
| ÇİZELGELER LİSTESİ .....                             | ix    |
| ŞEKİLLER LİSTESİ.....                                | xi    |
| SİMGELER VE KISALTMALAR .....                        | xiii  |
| 1. GİRİŞ.....                                        | 1     |
| 2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ .....                         | 7     |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM.....                           | 17    |
| 3.1. Materyal .....                                  | 17    |
| 3.2. Yöntem.....                                     | 17    |
| 3.2.1. Gübre uygulaması .....                        | 22    |
| 3.2.2. Tohum ekimi.....                              | 24    |
| 3.2.3. Toprak analizi .....                          | 26    |
| 3.2.4. Organik gübre analizi .....                   | 29    |
| 3.2.5. Bitki büyüme ve gelişme parametreleri .....   | 30    |
| 3.2.5.1. Bitki sayısı (adet) .....                   | 30    |
| 3.2.5.2. Yaprak sayısı (adet).....                   | 30    |
| 3.2.5.3. Yaprak kalınlığı (mm).....                  | 30    |
| 3.2.5.4. Bitki yaş ağırlığı (g) .....                | 30    |
| 3.2.5.5. Bitki kuru ağırlığı (g) .....               | 30    |
| 3.2.5.6. Bitki boyu (cm) .....                       | 31    |
| 3.2.5.7. Gövde çapı (mm).....                        | 31    |
| 3.2.5.8. Yaprak alanı (cm <sup>2</sup> /bitki) ..... | 31    |
| 3.2.5.9. Sapa kalma oranı (%) .....                  | 32    |
| 3.2.5.10. Toplam verim (kg/da).....                  | 32    |
| 3.2.5.11. Klorofil değeri (SPAD) .....               | 32    |
| 3.2.6. Laboratuvar analizleri .....                  | 33    |

|                                                             | <b>Sayfa</b> |
|-------------------------------------------------------------|--------------|
| 3.2.6.1. Yaprak oransal su içeriği (%).....                 | 33           |
| 3.2.6.2. Suda çözünebilir kuru madde miktarı (briks°) ..... | 33           |
| 3.2.6.3. Membran zararlanma indeksi (%) .....               | 34           |
| 3.2.6.4. Nitrat İçeriği (mg kg <sup>-1</sup> ) .....        | 34           |
| 3.2.6.5. Besin elementi içerikleri.....                     | 35           |
| 3.3. İstatistik Analiz .....                                | 36           |
| 4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....                                | 37           |
| 4.1. Bitki Büyüme ve Gelişme Parametreleri .....            | 37           |
| 4.1.1. Bitki yaş ağırlığı .....                             | 41           |
| 4.1.2. Bitki kuru ağırlığı .....                            | 42           |
| 4.1.3. Bitki boyu .....                                     | 46           |
| 4.1.4. Bitki sayısı .....                                   | 49           |
| 4.1.5. Yaprak kalınlığı .....                               | 52           |
| 4.1.6. Yaprak sayısı .....                                  | 55           |
| 4.1.7. Yaprak alanı.....                                    | 57           |
| 4.1.8. Gövde çapı .....                                     | 60           |
| 4.1.9. Sapa kalma oranı.....                                | 63           |
| 4.1.10. Klorofil değeri .....                               | 66           |
| 4.1.11. Toplam verim.....                                   | 70           |
| 4.2. Laboratuvar Analizleri .....                           | 74           |
| 4.2.1. Yaprak oransal su içeriği .....                      | 74           |
| 4.2.2. Membran zararlanma indeksi .....                     | 77           |
| 4.2.3. Suda çözünebilir kuru madde miktarı.....             | 79           |
| 4.2.4. Nitrat içeriği.....                                  | 82           |
| 4.2.5. Besin elementi içerikleri .....                      | 86           |
| 5. SONUÇ.....                                               | 115          |
| KAYNAKLAR.....                                              | 119          |
| ÖZGEÇMİŞ.....                                               | 129          |

## ÇİZELGELER LİSTESİ

| Çizelge                                                                                                       | Sayfa |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Çizelge 3.1. Van ili iklim değerleri .....                                                                    | 18    |
| Çizelge 3.2. Çalışmadaki gübre uygulamaları.....                                                              | 19    |
| Çizelge 3.3. Tohum ekim dönemleri.....                                                                        | 24    |
| Çizelge 3.4. Çalışma alanı toprağının 2020 yılı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları .....                   | 26    |
| Çizelge 3.5. Çalışmada alanından uygulamalar sonrası alınan toprak analizi (2020 - 2021).....                 | 27    |
| Çizelge 3.6. Çalışmada alanından uygulamalar sonrası alınan toprak analizi (2021 - 2022).....                 | 28    |
| Çizelge 3.7. Biyokömür gübre analiz sonuçları .....                                                           | 29    |
| Çizelge 3.8. Koyun gübresi analiz sonuçları .....                                                             | 29    |
| Çizelge 4.1. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının bitki yaş ağırlığına etkisi (g).....                | 42    |
| Çizelge 4.2. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının bitki kuru ağırlığına etkisi (g).....               | 44    |
| Çizelge 4.3. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının bitki boyuna etkisi (cm).....                       | 47    |
| Çizelge 4.4. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının bitki sayısına etkisi (adet).....                   | 50    |
| Çizelge 4.5. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının yaprak kalınlığına etkisi (mm) .....                | 53    |
| Çizelge 4.6. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının yaprak sayısına etkisi (adet).....                  | 56    |
| Çizelge 4.7. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının yaprak alanına etkisi (cm <sup>2</sup> /bitki)..... | 59    |
| Çizelge 4.8. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının gövde çapı üzerine etkisi (mm) .....                | 62    |

| Çizelge                                                                                                                | Sayfa |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Çizelge 4.9. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının sapa kalkma oranına etkisi (%) .....                         | 65    |
| Çizelge 4.10. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının klorofil değerine etkisi (SPAD) .....                       | 68    |
| Çizelge 4.11. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının toplam verime etkisi (kg/da) .....                          | 71    |
| Çizelge 4.12. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının yaprak oransal su içeriğine etkisi (%) .....                | 75    |
| Çizelge 4.13. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının membran zararlanma indeksi üzerine etkisi (%) .....         | 78    |
| Çizelge 4.14. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının suda çözünebilir kuru madde miktarına etkisi (briks°) ..... | 81    |
| Çizelge 4.15. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının nitrat içeriğine etkisi (mg kg <sup>-1</sup> ) .....        | 84    |
| Çizelge 4.16. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının potasyum (K) içeriğine etkisi (%) .....                     | 90    |
| Çizelge 4.17. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının kalsiyum (Ca) içeriğine etkisi (%) .....                    | 93    |
| Çizelge 4.18. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının magnezyum (Mg) içeriğine etkisi (%) .....                   | 96    |
| Çizelge 4.19. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının bakır (Cu) içeriğine etkisi (ppm) .....                     | 99    |
| Çizelge 4.20. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının çinko (Zn) içeriğine etkisi (ppm) .....                     | 102   |
| Çizelge 4.21. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının demir (Fe) içeriğine etkisi (ppm) .....                     | 106   |
| Çizelge 4.22. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının sodyum (Na) içeriğine etkisi (ppm) .....                    | 109   |
| Çizelge 4.23. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının mangan (Mn) içeriğine etkisi (ppm) .....                    | 112   |

## ŞEKİLLER LİSTESİ

| Şekil                                                                    | Sayfa |
|--------------------------------------------------------------------------|-------|
| Şekil 3.1. Arazi hazırlığı.....                                          | 19    |
| Şekil 3.2. Arazinin sınırlarının belirlenmesi.....                       | 19    |
| Şekil 3.3. 2×2 m <sup>2</sup> ebadında parsellerin oluşturulması .....   | 20    |
| Şekil 3.4. Çalışma alanına kurulan parsellerin genel görünümü .....      | 21    |
| Şekil 3.5. 4 m <sup>2</sup> 'lik alan için bitki sıraları görünümü ..... | 22    |
| Şekil 3.6. Gübre uygulamalarından genel görüntüler.....                  | 23    |
| Şekil 3.7. Ispanak tohumu tartımı.....                                   | 24    |
| Şekil 3.8. Tohum ekiminden genel görüntüler .....                        | 25    |
| Şekil 3.9. Toprak örneği hazırlığı .....                                 | 26    |
| Şekil 3.10. Bitki yaş ve kuru ağırlık belirlenmesi .....                 | 31    |
| Şekil 3.11. Klorofil değerinin belirlenmesi .....                        | 32    |
| Şekil 3.12. Yaprak oransal su içeriğinin belirlenmesi.....               | 33    |
| Şekil 3.13. Membran zararlanma indeksi belirlenmesi .....                | 34    |
| Şekil 3.14. Besin elementi içeriklerinin belirlenmesi.....               | 35    |
| Şekil 4.1. Gübre uygulamalarının tohum çıkışına etkisi .....             | 37    |
| Şekil 4.2. Biyokömür uygulamalarının tohum çıkışına etkisi .....         | 38    |
| Şekil 4.3. Çiftlik gübresi uygulamalarının tohum çıkışına etkisi .....   | 39    |



## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

| Simgeler | Açıklama         |
|----------|------------------|
| °C       | Santigrat derece |
| Ca       | Kalsiyum         |
| Cu       | Bakır            |
| Fe       | Demir            |
| K        | Potasyum         |
| Mg       | Magnezyum        |
| Mn       | Mangan           |
| Na       | Sodyum           |
| Zn       | Çinko            |

**Kısaltmalar****Açıklama**

|             |                                       |
|-------------|---------------------------------------|
| <b>cm</b>   | Santimetre                            |
| <b>da</b>   | Dekar                                 |
| <b>EC</b>   | Elektriksel İletkenlik                |
| <b>FAO</b>  | Birleşmiş Miller Gıda Tarım Örgütü    |
| <b>g</b>    | Gram                                  |
| <b>kg</b>   | Kilogram                              |
| <b>KG</b>   | Kimyasal Gübre                        |
| <b>m</b>    | Metre                                 |
| <b>MZİ</b>  | Membran Zararlanma İndeksi            |
| <b>OG</b>   | Organik Gübre                         |
| <b>ppm</b>  | Part Per Million (milyonda bir kısım) |
| <b>SÇKM</b> | Suda Çözünür Kuru Madde Miktarı       |
| <b>TÜİK</b> | Türkiye İstatistik Kurumu             |
| <b>YOSİ</b> | Yaprak Oransal Su İçeriği             |

## 1. GİRİŞ

Dünyada nüfusun sürekli artmasıyla tarım arazilerinin ve elde edilen besin miktarlarının yetersizliği öne çıkmaktadır. Her geçen gün tarım alanlarına yapılan yanlış uygulamalar, tarım arazilerin yetersizliği, üretilen ürünün yeterli olmaması vb. sebepler ile artan nüfusa karşılık gıda üretiminin yetersiz olduğu görülmektedir (Kütük, 2016). Tarım alanlarına ayrılan alan yetersiz bulunmaktadır. Bu alanlara ek tarım alanların elde edilmesi veya mevcut alanlarda üretilen ürünün miktarını arttırmaya yönelik çalışmaların yapılması öne çıkmaktadır (Bender ve ark., 1998). Her geçen gün artan nüfus için besin ihtiyacı gerekmektedir. Yeni tarım uygulamaları ile doğal kaynakların dengeli ve sürdürülebilir kullanılması besin ihtiyacının önemli bir kısmını karşılayacağı düşünülmektedir (Koyuncu ve Akgül, 2018).

Gübre, tarımsal üretimde önemli bir girdi olarak, büyük bir oranda verimi artırabilmektedir (Ngouajio ve ark., 2003). Üretimde doğru bir gübreleme ile verim arasında doğru bir orantı olduğu bilinmektedir. Tarımsal üretimde daha fazla ürün elde etmek amacıyla kimyasal gübre kullanımı artmıştır. Fakat bu uygulamaların uzun süreli tekrar edilmesi sakıncalı olmakta ve bazı riskler ortaya çıkmaktadır. Tüm dünyada ve ülkemizde tarımsal üretimi arttırmaya yönelik inorganik gübreler yaygın olarak kullanılmaktadır (Karaman ve Turan, 2012). Uzun süreli veya bilinçsizce kimyasal gübrelerin kullanılmasının, su kirliliğine, toprak tuzluluğuna, nitrat birikimine, ağır metal birikimine ve topraktaki mikroorganizma faaliyetlerinin azalmasına, insan sağlığı ve ekolojik dengenin bozulmasına ve toprak verimliliğinin azalmasına neden olduğu görülmektedir (Erdem ve ark., 2015). Yapılan yanlış uygulamalar sonucu doğal kaynaklar gün geçtikçe azalmakta ve böylelikle tarımsal üretimde sürdürülebilirlik sağlanamamaktadır (Güler, 2004; Çakmakçı ve Erdoğan, 2008; Savcı, 2012).

Tarımsal üretimde en önemli faktör doğal dengeyi bozmadan kaliteli ve verimli ürün elde etmektir. Organik gübrelerin kullanımı bu konuda önümüze çıkmaktadır. Organik gübrelerin kullanımı ekolojik dengeyi bozmadan ürün miktarını ve kalitesini arttırılabilir, toprak yapısını dengeler ve bitkinin gelişim sağlayabilmesi için en uygun koşulların oluşmasını sağlar (Erdem ve ark., 2015; Kütük, 2016).

Dünya beslenmesinde üretim ihtiyacının karşılanması, sebze tarımının önemi gün geçtikçe artmaktadır. Sebzelerin içerdiği mineral madde ve vitaminler bakımından insan sağlığı açısından tüketimi önemlidir (Kılavuz ve Erdem, 2019).

Türkiye, dünyada Çin, Hindistan ve ABD'den sonra dördüncü büyük sebze üretimine sahip bir ülkedir (FAO, 2020). Türkiye sahip olduğu ekolojik farklılıklar sayesinde birçok sebze türünün yetiştiriciliğine olanak sağlamaktadır (Yanmaz ve ark., 2015). Türkiye İstatistik Kurumu'nun 2020 bitkisel üretimi verilerine göre, Türkiye'nin sebze üretimi 31 milyon 196 bin 717 ton olarak belirlenmiştir (TÜİK, 2020).

Sebze üretiminde, doğru ve dengeli bir gübrelemeye ihtiyaç duyulmaktadır. Bundan dolayı gübrelemenin ayrı bir önemi bulunmaktadır. Toprakta istenilen düzeyde mineral madde bulunmazsa veya yanlış bir gübreleme uygulanırsa tarımsal üretimde verim ve kalite olumsuz etkilenmektedir. Türkiye'de sebze yetiştiriciliğinde genellikle kimyasal gübreler kullanılmaktadır. Sebze yetiştiriciliğinde, kimyasal gübrelerin kullanılmasının yerine organik gübrelerin kullanımının yaygınlaştırılması gereklidir. Organik gübrelerin yaygın olarak kullanılmaya başlanması ile ekolojik denge olumlu yönde etkilenecek ve tarımsal üretimde sürdürülebilirlik sağlanacaktır (Adiloğlu ve Eraslan, 2012).

Organik gübreler, doğal dengeyi koruyan bitkisel ve hayvansal kökenli materyal olarak bilinmektedir. Tarımsal üretimde önemi ve kullanımı gün geçtikçe artan organik gübreler sürdürülebilir tarıma katkıda bulunan gübrelerdir. Organik gübrelerin tarımsal üretimde kullanılmasıyla, tarım toprakları iyileştirilir ve mevcut alanda düşük bir maliyet ile verim ve kalitenin artırılmasına olanak sağlanmaktadır. Organik gübre kendi bünyesinde organik madde ve çeşitli mikroorganizmalar içerirler. Böylelikle organik gübre tarım topraklarında fiziksel, biyolojik ve kimyasal özellikleri üzerinde olumlu etkilere sahiptirler (Kacar ve Katkat, 2007).

Organik gübre, bitkide mineral madde oluşumunu sağlamakta ve böylelikle bitki gelişimini teşvik etmektedir (Olesen ve ark., 2007). Ayrıca toprakta katyon kapasitesini artırmakta, toprak yapısını iyileştirmekte, toprağın tava gelmesini ve havalanmasını sağlamakta, su tutma kapasitesini artırmakta, toprak reaksiyonunu düzenlemekte ve ısınmasını kolaylaştırmaktadır. Organik gübreler toprakta bulunan mineral maddelerin bitki tarafından alınabilir forma dönüşmesine yardımcı olmaktadır (Soyergin, 2003; Mercik ve Stepien, 2006).

Türkiye topraklarında organik madde miktarı genel olarak düşük (%2'nin altında) olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla tarımsal üretimde gübre desteği gereklidir. Uygulanacak gübrenin organik gübre olması sürdürülebilir tarım için önem arz etmektedir. Organik gübre olarak, geçmişten günümüze en yaygın olarak kullanılan gübre çiftlik gübresidir (Lampkin, 2002).

Çiftlik gübresi, büyükbaş ve küçükbaş çiftlik hayvanlarının dışkılarından elde edilen gübrelerdir (Schoenau, 2006). Çiftlik gübresinin kalite durumu, gübresi alınan hayvanın cinsi, cinsiyeti, yaşı, beslenme durumu ve araziye uygulama şekli olmak üzere farklılık göstermektedir (Lampkin, 2002). Genç bir hayvan aldığı besin maddesinin belirli bir kısmını büyüme ve gelişmesinde kullandığından, yaşlı bir hayvandan elde edilen gübrenin besin değeri genç bir hayvan gübresine göre daha yüksektir. Dişi hayvan besininin belirli bir kısmını yavrusunu beslemede ve sütünün oluşmasında kullandığından gübrenin besin değerinin, erkek hayvanına göre daha fakirdir. Hayvan beslenmesinde protein içeriği yüksek materyallerin kullanılması elde edilen gübrede azot içeriğinin de yüksek olması demektir (Lampkin, 2002; Watson ve ark., 2002).

Çiftlik gübresi; toprakta organik madde kaynağı olarak görev yapar, bitki gelişimi için gerekli olan birçok mineral maddeyi sağlar ve toprağın fiziksel, biyolojik ve kimyasal özelliklerini olumlu yönde etkiler. Çiftlik gübresi, toprakta su tutma kapasitesini arttırdığı, pH'ı üzerinde etkili olduğu, toprağın kolay tava gelmesini sağladığı, toprağın havalanma özelliğini arttırdığı, toprak ısını bitki gelişimi için uygun duruma getirdiği, toprağa mikroorganizma sağladığı ve topraktaki bazı mikroorganizma faaliyetini ise hızlandırdığını bildirmiştir (Soyergin, 2003). Çiftlik gübresi bünyesinde olan mineral maddelerin büyük bir kısmı suda çözünebilir. Bitkiler için organik gübre olarak kullanılan çiftlik gübresi bünyesinde bulunan fosfor, inorganik gübredeki fosfora göre daha yararlıdır (Lampkin, 2002; Watson ve ark., 2002).

Toprakta organik materyalin korunması veya mevcut materyallerin miktarının artırılması hedeflenmektedir. Böylelikle toprakta bulunan organik maddelerin azalmasına sebep olan yoğun toprak işlemleri azaltılmalı ve işlemez veya azaltılmış işlemeli tarım yapılması tavsiye edilmelidir. Son yıllarda, organik materyallerin, oksijensiz ortamda pirolizi (malzemelerin asal bir ortamda yüksek sıcaklıklarda termal ayrışması) ya da çok az bir miktarda oksijenin bulunduğu bir ortamda gazlaştırma işlemi sonucunda elde edilen biyokömür kullanılmaktadır (Zengin ve Munzuroğlu, 2003).

Çeşitli organik materyallerin toprağa karıştırılmasıyla topraktaki organik karbon içeriği artırılmakta ve toprakta ağır metal kirlenmesinin önlenmesine neden olmakta ve biyoçeşitliliği artırarak ağır metal stresini azaltmaktadır (Zhang ve ark., 2009; Zhang ve ark., 2014). Biyokömürler, oksijensiz veya çok az bir miktarda oksijenin bulunduğu bir ortamda ısı müdahale ile elde edilen organik materyaldir (Günel ve Erdem, 2018). Elde edilen biyokömürün içeriği, nem içeriğine, organik materyalin bileşimine, piroliz işleminin yapıldığı ve sonrasında elde edilen ürünün muhafaza koşullarına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Biyokömürün kalitesi ise, katyon değişim kapasitesinin yüksek olması ve yüksek adsorbe kapasitesine bağlıdır (Azargohar ve Dalai, 2008; Abdullah ve ark., 2010; Hossain ve ark., 2011). Biyokömür toprağa ilave edildiğinde toprağın bazı kimyasal, fiziksel ve biyolojik özelliklerini iyileştirmektedir (Lehmann ve ark., 2006; Lehmann ve ark., 2011). Ayrıca toprak verimliliği ve pH'sı düşük topraklarda pH'yı artırır, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltır, toprağın strüktürünü ve besin döngüsünü düzenler, toprağın üretkenlik fonksiyonunu olumlu yönde etkiler. Uygulanan toprağın özelliklerine bağlı olarak su ve mineral madde tutumuna etki etmektedir (Lehmann ve Joseph, 2009; Van Zwieten ve ark., 2010; Elibol, 2019).

Serin iklim sebzesi olarak bilinen ıspanak (*Spinacia oleracea* L.), Chenopodiaceae familyasında yer almaktadır. Tohumla üretilen ve yaprağı yenilen tek yıllık bir sebze türüdür. Ispanak uzun gün bitkisidir. Anavatanı Batı Asya (Nepal, Güney Türkistan ve Kafkasya), Çin ve İran olduğu bilinmektedir (Kallo, 1993). Ülkemizde ıspanak yetiştiriciliği, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde sınırlı olmak üzere diğer yağış alan tüm bölgelerimizde yapılmaktadır. Ülkemizde kışlık sebze olarak en fazla yetiştirilen ve tüketilen sebzeler arasında yer almaktadır. Farklı dönemlerde yetiştiriciliği yapılan ıspanak, sıcak bölgelerde yaz sonları ve kış, soğuk bölgelerde kış ve ilkbahar döneminde yetiştiriciliği yapılmaktadır. Tohum ekiminden hasat dönemine kadar geçen sürenin (yaklaşık olarak 2-2.5 ay) kısa olması nedeniyle üretimi yaygın olarak yapılmaktadır (Sağlam, 2005).

Dünyada ıspanak üretiminde Türkiye dördüncü sırada yer almaktadır (FAO, 2020). TÜİK verilerine göre Türkiye ıspanak üretimi 231 515 ton olarak belirlenmiştir. Üretimde ilk sırada, Ege Bölgesi (78 438 ton) yer almaktadır. Bunu İç Anadolu Bölgesi (45 000 ton), Karadeniz Bölgesi (29 874 ton), Marmara bölgesi (27 545 ton) ve Akdeniz Bölgesi (22 000 ton) takip etmektedir (TÜİK, 2020).

Ispanak tohumu, botanik olarak bir meyve olarak bilinir. Ispanak sebzesinin çoğaltımı için kullanıldığından tohum olarak adlandırılmıştır. Tohumları dikenli veya dikensiz olabilir. Ispanak tohumu çimlenmesinde içsel ve dışsal faktörler etkilidir. Tohumlar yüksek sıcaklığa maruz kaldığında çimlenme azalır. Çimlenme sıcaklığın 20 °C'nin üzerine çıkmasıyla çimlenme oranı azalmaktadır (Katzman ve ark., 2001; Hancı ve ark., 2019). Serin iklim sebzesi olan ıspanak, 15-20 °C'de optimum gelişme gösterir. Soğuğa dayanımı yüksek olmasına karşın sıcaklığın 20 °C'nin üzerine çıkmasıyla hızlı bir şekilde generatif döneme geçer ve çiçek sapı oluşturmaya başlar. Ispanak, su tutma kapasitesi yüksek ve ağır olmayan her tip toprakta yetiştir. Organik madde içeriği zengin olan bir toprak da verim ve kalite artar. Ispanakta verim, yetiştirme, tercih edilen çeşit ve hasat şekline göre değişiklik gösterir. Genellikle dekara 1-2 ton ürün alınabilmektedir. Ispanak yetiştiriciliğinde kaliteli ve yüksek verim için gübreleme de önemlidir (Şensoy ve ark., 2011). Ülkemizde ıspanak yetiştiriciliği genellikle yağışlı ve nemli dönemlerde yapılır. Dolayısıyla ıspanak fazla sulama istemez. Fakat bitki hasat dönemine yakın gelişme dönemlerinde aşırı su ihtiyacı duyar. Ispanaklar yüzeysel köklü bitkilerdir. Bu yüzden toprak derinliğindeki suyu yeteri kadar kullanamazlar. Geniş yapraklı bir bitki olan ıspanak hasat dönemine yakın fazla suya ihtiyaç duyar. Bu dönemde bitki yeteri kadar su alamazsa verim düşmektedir (Şalk ve ark., 2008).

Ispanak, vitamin ve mineral madde yönünden oldukça zengin bir sebzedir. 100 g ıspanakta mineral madde olarak, enerji (25 kcal), karbonhidrat (3.6 g), protein (3 g), kolesterol (0), lif (2.1 g), yağ (0.3 g), P (38 mg), Fe (2.2 mg), Ca (170 mg), Na (50 mg), K (500 mg) bulunmaktadır. Vitamin olarak, A vitamini ( 8.100 IU), B1 vitamini (0.07 mg), B2 vitamini (0.14 mg), B3 vitamini (0.5 mg), folik asit (150 mcg), C vitamini (28 mg) ve E vitamini (1.7 mg) bulunmaktadır. Bu değerlere göre ıspanak insan beslenmesinde oldukça önemli bulunmaktadır. İçerdiği folik asit sayesinde kalp sağlığına ve kansızlığa iyi geldiği bilinir. Ispanak yapısında bulunan ve aşırı sentetik azotlu gübreleme ile artan nitrit ve nitrattan dolayı hasadı gecikmiş veya pişirildikten sonra uzun süre bekletilen ıspanakların tüketilmesi önerilmemektedir (Sağlam, 2005).

Ispanakta kimyasal gübreye takviye olarak organik gübre kullanımı da önemlidir. Ispanak bitkisine özellikle sentetik azotlu gübre uygulanması yüksek nitrat içeriğine sebep olmaktadır. Yüksek nitrat içeriğine sahip sebzeler insan sağlığı açısından zararlıdır (Santamaria, 2006).

İnsan bünyesine alınan nitrat çoğunlukla sebzelerden alınmaktadır. Tüketilen sebzelerde yüksek nitrat içeriği istenilmeyen bir durumdur. Aşırı azot kullanımı durumunda, bitkinin yapraklarında biriken azot nitrat olarak insan sağlığı açısından zararlı olabilmektedir. Bu nedenle bitki gelişimine yeterli miktarın dışında azotlu gübrenin kullanılmaması gerekir (Şalk ve ark., 2008). Ispanak yetiştiriciliğinde, organik gübrelemenin, inorganik formda gübrelemeye göre daha az miktarda nitrat biriktirdiği belirlenmiştir (Benavides ve ark., 2005). Nitrat insan sağlığı açısından zararlıdır. Ispanak, nitrat içeriği çok yüksek seviyelerde (>2500 mg/kg) olabilecek ve insan sağlığını tehlikeye atabilecek düzeyde olan nitrat içerebilen sebze olarak bilinmektedir. Böylelikle aşırı ve bilinçsizce yapılan kimyasal gübrelemelerinin yapılmaması önemlidir (Güler, 2004).

Van ili Türkiye'nin Doğu Anadolu bölgesinde yer almaktadır. Dünya'nın en eski kentlerinden biridir. İl, batıdan Bitlis, kuzeyden Ağrı, güneyden Hakkâri, doğudan da İran'la sınırlandırılmıştır. Türkiye'nin en büyük kapalı havzası olan Van Gölünün kıyısı yer almaktadır. Van iklimi karasal iklim, bitki örtüsü ise bozkırdır. Kış ayları sert geçer ve kar yağışı yoğun olur. Van'a en çok yağışın düştüğü aylar ilkbahar aylarıdır. Yaz ayları genellikle hava kurak ve sıcaktır. Fakat Van Gölü'nün etkisi ile biraz serinlik yaşanabilmektedir. Van'da yıllık sıcaklık ortalaması 9 °C'dir. En soğuk ay sıcaklık ortalaması -3.5 °C, en sıcak ay ortalaması 22 °C'dir. Yılda en az 90 gün kar örtüsü yerde kalabilir (Topuz ve Karabulut, 2021).

Organik gübre olarak bilinen biyokömürün ıspanak yetiştiriciliğinde kullanımı ile de kimyasal gübre kullanımının etkinliğinin artırılması toprak kirliliğinin önüne geçilmesi ve insan sağlığını tehdit etmeyecek verimli ve kaliteli ürünler yetiştirme mümkündür. Ürün veriminin artırılmasının yanında çevresel sorunlarını da önlemek amacıyla kullanılacak bir yöntem olduğu düşünülmektedir. Makro-mikro elementlerinin bitkiye yararlı hale gelmesini sağlayarak fazla gübre kullanımının önüne geçilerek çiftçi için daha ekonomik bir üretim sağlamaktadır. Van koşullarının farklı ekim dönemlerinde yapılan bu çalışma ile ıspanakta Van koşullarının farklı ekim dönemlerinde inorganik kimyasal gübre kullanımına organik gübre takviyesi olarak çiftlik gübresi ve çiftlik gübresine ikame olabilecek biyokömür uygulamalarının ıspanakta (*Spinacia oleracea* L.) kışa dayanım, verim ve kalite üzerine etkisi ve aralarındaki ilişkilerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

### Organik Gübre İle İlgili Yapılmış Çalışmalar

Dünyada ve Türkiye’de inorganik gübrelerin kullanımı, organik gübrelere göre oldukça yaygındır (Da Costa ve ark., 2013). Bu gübrelerin uzun süreli ve aşırı kullanımı bazı olumsuz etkilere [hava kirliliği, su kirliliği (Naz ve Sulaiman, 2016), toprakta, biyolojik, fiziksel ve kimyasal özelliklerin bozulması (Simpson ve ark., 2011), toprakta birikerek toprak verimini sınırlandırması (Akbay, 2012), kaynak sularına karışarak canlıların sağlığına zarar vermesi (Kesimci, 2013), zararlılara karşı direnç gelişimi (Lu ve Tian, 2017), sağlıklı ürün üretimin güvenilirliğinde azalma ve ekolojik dengenin bozulmasına) yol açmaktadır (Çakmakçı ve Erdoğan, 2008; Vetter ve ark., 2017)].

İnorganik gübrelerin yoğun bir şekilde kullanılmasıyla toprağın yapısı zamanla bozulmaktadır (Demirtaş ve ark., 2012). Organik gübreler, topraktaki organik maddeyi artıran, toprağın yapısını iyileştiren ve fiziksel özelliklerini düzenleyen gübrelere dir. Organik gübrelerin tek başına ya da inorganik gübrelerle birlikte kullanımı oldukça önem içermektedir (Asri ve ark., 2011; Özkan ve ark., 2013; Lescheva ve Ivolga, 2015; Dong ve ark., 2016).

İnorganik gübre ile organik gübrenin önerilen dozda birlikte uygulanmasının bitki gelişimi açısından olumlu sonuçlarının olduğu gözlemlenmektedir. Yürütülen bir çalışmada inorganik gübre ile organik gübrenin birlikte uygulandığı uygulama grubundaki bitkilerin topraktaki mineral madde alımının, organik ve inorganik gübrelere göre daha iyi olduğu tespit edilmiştir (Babalola ve ark., 2007).

Bitkinin topraktan gerekli besin maddelerini sağlamak, toprağın fiziksel özelliklerini düzeltmek ve sürekliliğini sağlamak amacıyla toprağa organik kökenli materyal ilave edilmelidir (Asri ve ark., 2011).

Organik gübre, bitki için mineral madde oluşturmakta ve bitki gelişimini teşvik etmektedir. Organik tarımda inorganik gübrelerinin kullanılması yasaktır (Luthria ve ark., 2010). Dolayısıyla sentetik gübrelemenin olumsuz etkileri en aza indirilmektedir. Böylelikle organik tarımdan elde edilen ürünlerin sağlıklı beslenme ilkelerine uygun ürünler olduğu öne çıkmaktadır (Vallverdú-Queralt ve ark., 2012; Oliveira ve ark., 2013).

Gübrelemenin tarımsal üretimde önemi oldukça büyüktür. Doğru bir gübreleme yöntemi ile hem birim alanda elde edilen verim artar hem de daha kaliteli ürünler elde edilir. Gübreler, organik ve inorganik gübreler olmak üzere sınıflandırılır (Demirtaş ve ark., 2005).

Çiftlik gübresi, toprağa organik madde sağlamak amacıyla kullanılan önemli bir organik gübredir (Göksu, 2017). Bu gübre tarımsal üretime oldukça önem taşır (Havlin ve ark., 2005). Çiftlik gübresinin toprak üzerinde bazı olumlu (topraktaki sızma oranını azaltır ve su tutma kapasitesini yükseltir, toprak sıcaklığını ve topraktaki besin içeriğini artırır, toprakta bulunan mikroorganizma faaliyetlerini arttırarak verimliliği destekler) etkileri vardır (Kacar ve Katkat, 2007; Başar, 2009).

Biyokömür, organik gübre ve organik materyal parçaları gibi biyokütlenin, kapalı, havasız veya az oksijenli bir ortamda yakılması ile elde edilen karbon açısından zengin ve yüksek miktarda mineral içeren bir toprak düzenleyicisidir. Başka bir deyişle biyokömür, sınırlı oksijen ortamında, belirli koşullarda ve çok yüksek sıcaklıkta (yaklaşık olarak 900 - 950 °C) organik materyalin ayrışması ile elde edilir (Blackwell ve ark., 2009; Lehmann ve Joseph, 2009).

Biyokömürün gözenekli ve boşluklu yapısı, karboksil, karbonil, fenoksil, hidroksil ve negatif yüklü yüzeyli grupları bulmaktadır (Zhao ve Nartey, 2014). Bu özelliklerinden dolayı toprağa uygulanan biyokömürün topraktaki ağır metallerin hareketliliğini ve yayılmasını azaltmaktadır. Böylelikle ağır metallerin bulunduğu toprakların ıslah edilmesinde biyokömürün kullanılmasıyla ağır metallerin topraktaki olumsuz etkileri önlenmektedir (Regmi ve ark., 2012).

Biyokömür etkili adsorbant olması sebebiyle toprakta bulunan mineral madde, ağır metal ve zirai ilaç kalıntılarını tutmakta ve toprak altı suyuna karışmasını engellemektedir. Biyokömür önemli oranda mineral madde içermektedir. Toprağa uygulandığında içerdiği mineral maddeleri toprağa ve dolaylı olarak bitkinin almasını sağlamaktadır. Toprağa uygulanan biyokömür, ağır killi topraklarda, toprak yoğunluğunu düşürmekte, toprakta, havalanma, drenaj ve kök gelişimini artırmaktadır. Kumlu topraklarında ise toprağın su ve mineral madde tutma kapasitesini artırmaktadır (Glaser ve ark., 2002).

Tarımsal üretimde biyokömür, çevre kirliliği ve ötrofikasyon (göl gibi herhangi bir büyük su ekosisteminde, başta karalardan gelenler olmak üzere, çeşitli nedenlerle besin maddelerinin büyük oranda artması sonucu, plankton ve alg varlığının aşırı şekilde çoğalması) riskini azaltır, tarımsal karlılık sağlar, bozulmuş tarım alanlarının iyileştirir, topraktaki karbonun atmosfere karışmasını önleyip toprağa bağlanmasını sağlar, bitki gelişimini ve toprak verimliliğini artırır ve topraktaki ağır metal kirliliğini, hidrokarbonu ve pestisitleri azaltır ve alkali özelliğiyle azotlu gübrelemelerden kaynaklanan asitleşmeyi önlemekte ve asidik toprakların kireç ihtiyacını da azaltmaktadır (Blackwell ve ark., 2009; Beesley ve ark., 2011). Biyokömür, mineral madde içeriğinin zengin olmasıyla toprağın fiziksel özelliklerini iyileştirmektedir. Topraktaki ağır metal stresine karşı bitki dayanıklılığını artırmaktadır. Günümüzde tarımsal üretimde biyokömür kullanımı oldukça önem arz etmekte ve yaygınlaşmaktadır (Sohi ve ark., 2009; Rizwan ve ark., 2016).

#### *Ispanak İle İlgili Yapılmış Çalışmalar*

Türkiye’de ıspanak yetiştiriciliği sıcak bölgelerde yaz sonları, soğuk bölgelerde ise kış ve ilkbahar aylarında üretimi yapılabilmektedir (Vural ve ark., 2000). Ispanak bitkisinin olgunlaşma süresi yaklaşık olarak 60-70 gün arasında değişmektedir. Bu süreci çevre koşulları, kullanılan çeşit ve gübreye bağlı olarak 50-55 gün içerisinde hasat edilebilir konuma gelmektedir (Çıtak ve ark., 2011).

Ispanak, bünyesinde bulundurduğu demir içeriği ve yüksek besin değerinden dolayı en çok tercih edilen, üretilen ve tüketilen tek yıllık serin iklim sebzesi olarak bilinir (Oztekin ve ark., 2018). Ispanak bünyesinde bulunan mineral, vitamin ve antioksidanlar açısından da oldukça zengindir (Sing ve ark., 2018). Ispanak, A ve C vitaminleri içermekte ve içerdiği folik asitten dolayı kansızlık tedavisinde kullanılmaktadır. Fe ve K bakımında da oldukça zengindir (Şalk ve ark., 2008).

Ispanak, çok ağır olmayan ve fazla su tutmayan her türlü toprak tipinde yetiştirilebilir. Organik madde içeriği bakımında zengin olan topraklarda ıspanakta verim artmaktadır. Ispanağın güçlü bir kök yapısı vardır. 15-18 °C’de optimum gelişme gösterir. Soğuğa oldukça dayanıklıdır. Sıcaklık 20 °C’nin üzerine çıkmasıyla generatif döneme geçer ve çiçek sapı (sapa kalkma) oluşturmaya başlar (Sağlam, 2005).

Ispanak kısa bir vejetasyon döneminde yetişir. Dolayısıyla birim alandan kaliteli bir ıspanak elde etmek için gübreleme oldukça önemlidir. Genellikle sentetik inorganik kimyasal azotlu gübrelere dayalı bir gübreleme yapılır ve buda aşırı azot kullanımıyla yapraklarında nitrat halinde birikerek insan sağlığı için zararlı olabilmektedir. Bu yüzden bitkinin gelişimi için yetecek miktardan azotun toprağa verilmesi gereklidir. Ispanakta, kimyasal gübrenin yanında organik gübrelerin kullanımı oldukça önemlidir (Şalk ve ark., 2008).

#### *Ispanak ve Organik Gübre İlgili Yapılmış Çalışmalar*

Organik gübrelerin ıspanakta bazı biyokimyasal özellikler üzerine etkilerini araştırıldığı bir çalışmada üç farklı uygulama uygulanmıştır. Bunlar; saf toprak (kontrol), toprak: yaprak artığı: keçi gübresi ahır: gübresi (2:1:1:1) ve üre: potasyum: süper fosfat (2:1:1). Organik gübre uygulamasında, sürgün ve kök uzunluğu, yaprak sayısı, protein ve karbonhidrat içeriği ve bitki kuru ağırlığı, bitki boyu, bitki yaş ağırlığı, ve yaprak sayısı diğer uygulamalara (kontrol ve inorganik gübreden) göre daha yüksek değerler elde edilmiştir (Banu ve ark., 2003).

Killi ve kumlu topraklarda yetiştirilen ıspanak bitkisi üzerine çeşitli organik ve inorganik gübrelerin etkisini araştıran bir çalışmada, organik gübre olarak bitki artığı kompostu, hayvan artığı komposto ve bitki + hayvan karışımından oluşan kompost kullanılmıştır. Bitki artığı olarak; mısır sapı, çeltik samanı, börülce kabuğu, lahana artıkları, bakla kabuğu ve şeker pancarı yaprakları kullanılmıştır. Hayvan artığı olarak ise, çitlik gübresi (koyun gübresi) kullanılmıştır. Beş farklı uygulama (%100 mineral gübre, %75 mineral gübre + %25 kompost, %50 mineral gübre + %50 kompost, 25% mineral gübre + %75 kompost, %100 kompost) uygulaması yapılmıştır. %100 bitki kompostu uygulanan grupta en yüksek bitki yaş ağırlığı, bitki boyu ve bitki kuru ağırlığı tespit edilmiştir. %50 mineral gübre + %50 kompost uygulaması hem killi hem de kumlu topraklarda diğer uygulamalara göre ıspanak verimi daha yüksek bulunmuştur. Organik ve inorganik gübrenin beraber uygulandığı uygulama grubunda bitki verimini ve toprak verimliliğini artırmada daha etkili olduğu (en yüksek değerlerin elde edildiği) öne çıkmaktadır (Mahmoud ve ark., 2007).

Yürütülen bir çalışmada, arazi koşullarında yetiştirilen ıspanak bitkisine farklı organik gübrelerin ve kimyasal gübrenin verim ve kalite üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada, sekiz farklı uygulama (kontrol, 5 t/ha tavuk gübresi, 10 t/ha inek gübresi, kimyasal gübre, 2 t/ha tavuk gübresi + kimyasal gübre dozunun 1/2'si, 5 t/ha inek gübresi + kimyasal gübre dozunun 1/2'si, 7.5 t/ha inek gübresi + kimyasal gübre dozunun 1/3'ü ve 3 t/ha tavuk gübresi + kimyasal gübre dozunun 1/3'ü olacak şekilde) yapılmıştır. Uygulamalar sonunda, ıspanak bitkisine uygulanan 7.5 t/ha inek gübresi + kimyasal gübre dozunun 1/3'ü uygulama grubunun ıspanakta bitki boyunu, toplam verimi, bitkideki yaprak sayısını arttırdığı gözlemlenmiştir. Çalışmada, inek gübresi ve tavuk gübresi ile kimyasal gübrenin birlikte uygulanmasının en yüksek sonuçların verdiği uygulamalar olduğu tespit edilmiştir. Böylelikle yüksek verimli ve kaliteli bir ıspanak almak veya toprağın verimliliğini artırmak için organik kökenli gübrelerin kullanması gereklidir (Roy ve ark., 2009).

Organik ve inorganik gübrelemenin ıspanakta büyüme, gelişme ve verimi üzerine etkileri belirlemek için yapılan bir çalışmada, bitkisel materyal olarak Matador ıspanak çeşidi; organik gübre olarak, ahır gübresi, tavuk gübresi ve kan unu; inorganik gübre olarak ise önerilen dozda ticari kimyasal gübre (NPK) kullanılmıştır. Araştırmada 2 farklı yetiştirme dönemi (geç sonbahar ve erken kış) olarak denenmiştir. Genel olarak geç sonbahar döneminde ahır gübresinden ıspanakta en iyi büyüme ve gelişmeyi ve en yüksek verimi elde edilmiştir (yaprak sapı uzunluğunu, yaprak sayısını, bitki boyunu, gövde çapını ve verimi artırmıştır). Ahır gübresinin özellikle sonbahar dönemi ıspanak yetiştiriciliğinde etkin bir şekilde kullanılabileceği tespit edilmiştir (Cıtak ve Sonmez, 2010).

İspanak üretimine çeşitli bitki besin maddesi uygulamalarının etkisi araştırılmıştır. Araştırmada, besin maddesi olarak bioenzim, deniz yosunu, sığır gübresi, koyun gübresi, tavuk gübresi ve ticari gübre (NPK) çalışılmıştır. Tavuk gübresi ve sığır gübresi uygulamalarından elde edilen bitkilerin en iyi bitkiler (34.28 g ve 34.02 g) olduğu tespit edilmiştir. Sığır gübresi (1150.29 kg/da) ve tavuk gübresi (1134.54 kg/da) en yüksek verimlerin olduğu uygulama olarak öne çıkmaktadır. Ortalama bitki ağırlığı bakımından en yüksek değerlerin olduğu uygulama grubunun tavuk gübresi olduğu tespit edilmiştir (Beşirli ve ark., 2010).

Tarla koşullarında organik gübrelerin ıspanak bitkisi gelişimine etkisi yürütülen bir çalışmada, iki farklı doz ahır gübresi (1=1500 kg/da ve 2=3000 kg/da), iki farklı doz vermikompost (C1=100 kg/da ve C2=200 kg/da) ve kontrol (hiçbir uygulama yapılmayan grup) uygulamaları uygulanmıştır. Bitki boyu, yaprak sayısı, gövde kalınlığı ve verim üzerine uygulamaların etkisi genel olarak istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ahır gübresi uygulamasının ıspanakta, bitki gelişimine ve besin elementi içeriğine etkisi olumlu olmuştur. Ahır gübresi uygulamaları ve vermikompost uygulamalarının, kontrole göre daha yüksek sonuçların olduğu gruplar olarak belirlenmiştir. Ahır gübresi dozları arasında ise en iyi uygulamanın 2=3000 kg/da olduğu tespit edilmiştir. Uygulamalar arası ıspanak bitkisindeki büyüme ve gelişme parametrelerinde en çok artış gösterenlere göre bir sıralama yapılacak olursa, verimi en çok arttıran ahır gübresi 2=3000 kg/da ve 1=1500 kg/da, ardından vermikompost C2=200 kg/da ve C1=100 kg/da ve en son kontrol olarak belirlenmiştir (Çıtak ve ark., 2011).

İspanak bitkisine biyo-gübre (Piogen) ve kimyasal gübrenin büyüme ve gelişme üzerine etkileri incelenmiştir. 3 farklı dozda biyo-gübre (0, 1 ve 2 kg/feddan) ve 3 farklı dozda NPK kimyasal gübre (%30, 50 ve 70) olacak şekilde gübre uygulanmıştır. 2 kg/feddan (4.2 da) biyo-gübre uygulanan grup, ıspanak bitkisinde, bitki yaş ve kuru ağırlığı (g), yaprak sayısı (adet) ve toplam verim (g) önemli ölçüde artırmıştır. NPK kimyasal gübre dozunun %70'i uygulanan uygulama grubu, toplam verimi (g), bitki yaş ve kuru ağırlığını (g) ve bitki boyunu (cm) artırmıştır. İspanak bitkisinin büyüme ve gelişme özellikleri bakımından en iyi sonuçların olduğu uygulama grubun biyo-gübrenin 2 kg/feddan dozu olduğu tespit edilmiştir (Aisha ve ark., 2013).

Saksı denemesi olarak yürütülen bir çalışmada, iki farklı biyo-gübrenin ıspanak bitkisi üzerinde büyüme ve besin içeriği etkisi incelenmiştir. Bitkisel materyal olarak ıspanak (Matador çeşidi) kullanılmıştır. Biyo-gübre olarak ise 2 farklı gübre, Annapurna ve Navajeevan kullanılmıştır. 0: kontrol, 1: Annapurna ve 2: Navajeevan olmak üzere 3 farklı uygulama denenmiştir. Annapurna biyo uygulama grubun, sürgün uzunluğu, kök uzunluğu, yaprak alanı, karbonhidrat, azot, yağ, çinko ve demir içeriği değerlerinin en yüksek değerler olduğu belirlenmektedir. Ayrıca Annapurna biyo-gübresinin ıspanakta bitki büyümesini, çimlenmesini ve bitki besin elementi alımını artırdığı tespit etmiştir (Rachel ve ark., 2015).

Ispanağın büyüme ve gelişmesine organik gübrelerin etkileri incelenen başka bir çalışmada, koyun gübresi kompostu, koyun gübresi vermikompostu, mantar kompostu, mantar vermikompostu, inek gübresi kompostu ve inek gübresi vermikompostu gibi tamamen organik materyaller kullanılmıştır. Organik materyaller iki farklı doz (%8 ve %12) olarak uygulanmıştır. Uygulamalar sonunda elde edilen değerlere göre; %12 mantar kompostunda en yüksek bitki boyu, %12 mantar vermikompostu ve %12 inek gübresi vermikompostunda en yüksek bitki yaş ağırlığı, %12 mantar vermikompostunda en yüksek SÇKM ve %8 mantar vermikompostunda en yüksek klorofil içeriği elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre organik gübrelemenin ıspanak yetiştirici üzerine olumlu etkilerinin olduğu büyüme ve gelişmesinde önemli rol oynadığı tespit edilmiştir (Jafarpour ve Rahimzadeh, 2015).

Ispanağa, ahır gübresi, fındık zurufu ve zenginleştirilmiş kompostun farklı oranlarının kullanıldığı bir çalışmada, bitki gelişimine etkisi araştırılmış ve sonuç olarak organik gübrelerin ıspanakta bitki gelişimini arttırdığı, verimli ve kaliteli üretimin olduğu belirlenmiştir (Şenlikoğlu, 2015).

Ispanak bitki gelişimine farklı organik gübrelerin etkisi incelenmiştir. Çalışmada, 2 farklı organik gübre (sığır gübresi ve at gübresi), 2 farklı altlık materyali (talaş ve saman), 2 farklı gübre dozu (30 t/ha ve 60 t/ha) ve gıda atık kompostu kullanılmıştır. Dokuz farklı uygulama (kontrol, talaşlı at gübresi (30 t/ha), samanlı at gübresi (30 t/ha), gıda atık kompostu (30 t/ha), sığır gübresi (30 t/ha), talaşlı at gübresi (60 t/ha), sığır gübresi (60 t/ha), samanlı at gübresi (60 t/ha) ve gıda atık kompostu (60 t/ha)) olarak uygulaması yapılmıştır. Kök ağırlığı, yaprak ağırlığı ve toplam bitki biyokütleden elde edilen en yüksek değerlerin samanlı at gübresinde (60 t/ha) olduğu belirlenmiştir. Samanlı at gübresinin diğer uygulamalara göre ıspanak büyümesini artırdığı saptanmıştır. Düşük (30 t/ha) veya yüksek dozda (60 t/ha) uygulanan gıda atık kompostu ve sığır gübresinin bitki büyümesini artırdığı gözlemlenmiştir (Kovacs ve ark., 2016).

Bitki materyali olarak ıspanak (Matador çeşidi) kullanılan başka bir çalışmada, gübre olarak farklı oranlarda organik çay atıkları ve yanmış ahır gübresi kullanılmıştır. Yetiştirme ortamı olarak ise toprak ve perlit kullanılmıştır. Kullanılan farklı organik materyallerin ıspanak bitkisinde verim ve kalite üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonunda çay ve gübre karışıklı ortamın en iyi sonuçların olduğu uygulama grubu olarak öne çıkmıştır (Karataş ve Büyükdinç, 2016).

Sera ortamında yetiştiriciliği yapılan ıspanağa (*Spinacia oleracea* L.) farklı miktarlarda kadmiyum ve biyokömür uygulamalarının etkisi incelenmiştir. Kadmiyum toprağa, beş farklı uygulama (0, 25, 50, 75 ve 100 mg Cd kg<sup>-1</sup>) olarak uygulanmıştır. Biyokömür (pamuk sapından elde edilen) % 0, % 3 ve % 5 oranlarında uygulamışlardır. Kadmiyum uygulaması, ıspanak bitkisinde Cd, şeker ve askorbik asidi artırmıştır. Biyokömür uygulaması, ıspanakta Cd elementinin olumsuz etkilerini hafifletmiştir (Younus ve ark., 2016).

İki farklı dönemde (ilkbahar ve sonbahar) yetiştiriciliği yapılan ıspanak (Matador çeşidi) bitkisi üzerine biyokömürün etkileri incelenen bir çalışmada, önerilen dozlarda toprağa uygulanan biyokömürün ıspanak bitkisinde büyüme ve gelişmeyi önemli ölçüde arttığı belirlenmiştir. Kontrole göre, elde edilen verimin ilkbaharda %100 ve sonbaharda ise %350 oranlarında olduğu belirlenmiştir. Sonbahar döneminde, ilkbahar dönemine göre daha yüksek değerlerin olduğu tespit edilmiştir (Veronika ve ark., 2017).

Arazi koşullarda sonbahar ve ilkbahar dönemi olmak üzere farklı dönemlerde ıspanak (Matador çeşidi) yetiştiriciliği yapılan bir çalışmada, iki farklı yetiştirme dönemi çalışılmış ve sonbahar döneminde tohum ekimi yapılan ıspanaktanelde edilen verimin, ilkbahar ekimine göre daha fazla olduğu belirlenmiştir (Tawfiq ve Al-Sahaf, 2017).

Arazi denemesi olarak çalışılan bu çalışmada, organik ve inorganik gübrelemenin ıspanak bitkisinde, büyüme ve gelişimine etkisi incelenmiştir. Denemede, kontrol, 50 kg N/ha, 50 kg N/ha + 4 ton çiftlik gübresi/ha, 50 kg N/ha + 6 ton çiftlik gübresi/ha, 75 kg N/ha, 75 kg N/ha + 4 ton çiftlik gübresi/ha, 5 kg N/ha + 6 ton çiftlik gübresi/ha olacak şekilde 7 farklı uygulama denenmiştir. Çalışmada, 5 kg N/ha + 6 ton çiftlik gübresi/ha uygulamasında en yüksek verim, bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak uzunluğu elde edilmiştir. Böylelikle bu uygulama, en iyi sonuçların olduğu uygulama grup olarak öne çıkmaktadır. İnorganik gübrelemenin yanı sıra organik gübreler ile birlikte uygulanması durumunda ıspanak bitkisinde büyüme ve verimin önemli ölçüde arttığı bildirilmiştir (Jakhro ve ark., 2017).

İspanak bitkisine kum, toprak ve keçi gübresi karışımlarının büyüme ve verime etkileri araştırılan bu çalışmada, farklı kum: toprak: keçi gübresi oranlarından oluşan toplam 6 uygulama denenmiştir. Uygulamalar; kontrol (1:3:0), 1:2:1, 1:1:1, 1:1:2, 2:1:2 ve 2:3:2 olarak belirlenmiştir. Ispanakta, 1:1:2 karışımın diğer uygulamalara göre daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. En yüksek bitki boyu, kök uzunluğu, yaprak sayısı ve klorofil

içeriği 1:1:2 karışımında olduğu saptanmıştır. Genel olarak keçi gübresinin uygulandığı uygulamalardan elde edilen değerlerin, kontrole göre daha yüksek olduğu bulunmuştur (Maila ve Mulaudzi, 2017).

Ispanak bitkisine etkili mikroorganizmaların (EM), organik atıklar ve kimyasal gübre (NPK) ile birlikte kullanılmasının verim ve kalite üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırmada, uygulama olarak; kontrol, ahır gübresi (10 ton/ha), arıtma çamuru (20 ton/ha), kompost (0.7 ton/ha), tavuk gübresi (5 t/ha) ve NPK kimyasal gübresi (100:40:56 kg/ha) 6 farklı uygulama incelenmiştir. Her uygulama etkili mikroorganizma ile birlikte uygulanmıştır. EM + arıtma çamuru, taze yaprak veriminde, bitki boyunda, kuru yaprak veriminde, yaprak sayısında, yaprak boyunda ve yaprak alanında EM'nin olmadığı uygulamaya göre, önemli artışlar tespit edilmiştir. En yüksek ham protein, C vitamini, diyet lifi, çinko, demir, bakır ve mangan içerikleri de EM + arıtma çamuru uygulama grubundan elde edilmiştir. Bu uygulama (EM + arıtma çamuru), diğer tüm uygulamalara göre ıspanakta büyümeyi, gelişmeyi, verimi ve kaliteyi önemli ölçüde artırmıştır (Shaheen ve ark., 2017).

Sera koşullarında saksılarda yürütülen başka bir çalışmada, ıspanak bitkisinde biyokömürün kadmiyum (Cd) toksisitesini önleme ve mineral element konsantrasyonları üzerine etkisi araştırılmıştır. Toprağa kadmiyum  $CdSO_4$ 'tan 0 mg/kg (kontrol), 25 mg/kg, 50 mg/kg ve 100 mg/kg olacak şekilde ve tavuk gübresinden elde edilen biyokömür ise 0 g/kg, 5 g/kg ve 10 g/kg dozlarında uygulanmıştır. Ispanak bitkisinin gelişimi üzerine uygulanan Cd'nin olumsuz etki gösterdiği saptanmıştır. Biyokömür uygulaması ise ıspanak bitkisinin gelişimini olumlu yönde etkilemiştir. Cd uygulaması ıspanak bitkisinde potasyum, fosfor, çinko, bakır, mangan ve bor konsantrasyonlarını azaltırken, Biyokömür uygulaması fosfor, potasyum ve çinko konsantrasyonlarını artırmış ve böylelikle biyokömürün ıspanak bitkisi üzerine Cd'nin olumsuz etkisini önemli oranda azalttığı tespit edilmiştir (Ouedraogo, 2018).

Organik ve inorganik gübrenin ıspanak bitkisi gelişimi üzerine etkilerinin çalışıldığı bir çalışmada, kimyasal gübre (NPK) ve kimyasal gübre (NPK)+çiftlik gübresi uygulanmıştır. Kimyasal gübre (NPK)+çiftlik gübresi uygulaması ile beraber kalsiyum ve magnezyum alımını artırdığı tespit edilmiştir. Genel olarak gübre uygulamanın verimi arttırdığı belirlenmiştir (Singh ve ark., 2018).

Yürütölen bir araştırmada, toprağa farklı dozlarda uygulanan organik gübrelerin ıspanak bitkisinde verim ve kaliteye etkisi araştırılmıştır. Bitkisel materyal olarak ıspanak (Matador çeşidi) kullanılmıştır. Organik gübre olarak, ahır gübresi, mantar kompostu atığı ve çay atığı gibi 3 farklı organik gübre kullanılmıştır. Toprağa uygulanan bu organik gübreler 0, 2, 4 ve 6 ton/da olarak uygulanmıştır. Organik gübrelerin ıspanak bitkisinde verim ve kaliteyi arttırarak, yaprak uzunluğunu ve ortalama bitki ağırlığında da kontrole göre daha yüksek değerler elde edilmesini sağlamıştır. Gübreler arasında kontrole göre en yüksek sonuçların ahır gübresi uygulamalarında olduğu, çay atığı ve mantar kompostu atığının ise ahır gübresine alternatif olarak kullanılabileceği tespit edilmiştir (Altuntas ve ark., 2018).

Farklı organik kaynaklı gübre (tavuk gübresi, hindi gübresi, koyun gübresi ve sığır gübresi) uygulamalarının farklı dozlarının ıspanakta bitki gelişimi, verim ve kalite etkisine bakılan bir çalışmada, bitki yaş ağırlık, bitki boyu, gövde çapı, yaprak alanı, yaprak sayısı, K, Mg, Ca ve Mn içeriğini gübre uygulamaları, kontrole göre önemli oranda arttırmıştır (Yaman, 2019).

Farklı dozda uygulanan leonardit ve vermicompostun ıspanakta verim ve kalite etkisi bakılan başka bir çalışmada, yaprak alanı, yaprak rengi, suda özenebilir kuru madde miktarı, K, Mg ve Ca içeriğini gübre uygulamaları, kontrole göre önemli oranda arttırmıştır (Yıldız, 2019).

### 3. MATERİYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

İnorganik kimyasal gübrelemeye takviye olarak kullanılan biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının Van ekolojik koşullarında ıspanak (*Spinacia oleracea* L.) yetiştiriciliği üzerine etkileri araştırılan bu çalışmada bitkisel materyal olarak Matador ıspanak çeşidi kullanılmıştır. Gübre olarak, 2 organik gübre (biyokömür (meşe odun kömürü) - çiftlik gübresi (koyun gübresi)) ve 1 inorganik kimyasal gübre (12:8:12 N:P:K, amonyum sülfat ve potasyum sülfat formlarında) olmak üzere 3 farklı gübre kullanılmıştır.

#### 3.2. Yöntem

İki yıl [(2020 sonbahar - 2021 ilkbahar) - (2021 sonbahar - 2022 ilkbahar)] boyunca devam eden bu çalışma Van ilinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma süresi boyunca Van ili uzun yıllar iklim değerleri Çizelge 3.1’de verilmiştir. Deneme alanı için Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi alanı içerisinde yer alan yaklaşık olarak 1000 m<sup>2</sup>’lik bir çalışma alanı belirlenmiştir. Bu arazi pulluk yardımıyla ekime uygun olacak şekilde sürülüp, daha sonra diskaro ile toprak üzerinde oluşan kesekler kırdırılarak çalışma alanı hazırlığına başlanılmıştır (Şekil 3.1). Çalışma alanı ilk olarak teller ile çevrilerek arazi hazırlığı yapılmıştır (Şekil 3.2). Uygulanan gübre dozları olarak (Çizelge 3.2); kontrol uygulaması ve inorganik kimyasal gübre (KG) (N:P:K 12kg:8kg:12kg) uygulaması yanında, KG’ye ilave edilen 3 farklı biyokömür (100, 200 ve 300 kg meşe odun kömürü/da) uygulaması ve yine KG’ye ilave edilen 3 farklı çiftlik gübresi (1, 2 ve 3 ton koyun gübresi/da) uygulaması yer almaktadır. Tesadüf blokları deneme desenine göre dizayn edilen denemede, 8 gübre uygulaması, 2 tohum ekim dönemi (15 Ekim ve 15 Mart) ve 3 tekerrür için 2×2 m<sup>2</sup> ebadında tavalar şeklinde hazırlanmış toplamda 48 parsel oluşturulmuştur. 48 parselin yarısı (24 parsel) sonbahar dönemi uygulaması diğer yarısı (24 parsel) ise ilkbahar dönemi uygulaması olarak belirlenmiştir. Parsellere 2.5kg/da oranında tohum ekimi çizgi usulü ile yapılmıştır. Deneme deseninde yer alan parsellerin şekilsel görünümü

Şekil 3.4’de ve 4 m<sup>2</sup>’lik alan için şekilsel bitki dikim görünümü Şekil 3.5’de verilmiştir. Sulama, sonbahar döneminde, tohum ekiminden ilk yağmurlar başlayıncaya kadar, ilkbahar döneminde ise yağmurların azalmasıyla iki gün ara ile her parsele bir hortum yardımıyla eşit miktarda (20 litre) su verilmiştir. İlk yıl sonbahar dönemi hasadı 17 Mayıs 2021 tarihinde, ilkbahar dönemi hasadı 10 Haziran 2021’de yapılmıştır. İkinci yıl sonbahar dönemi hasadı 11 Mayıs 2022 tarihinde, ilkbahar döneminin hasadı ise 28 Mayıs 2022’de yapılmıştır. Çalışma 2 yılda tamamlanmıştır.

Çizelge 3.1. Van ili iklim değerleri (Anonim, 2022a)

| Aylar                                     | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   |
|-------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>2020</b>                               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>Ortalama sıcaklık (C°)</b>             | -2.5 | -1.7 | 4.9  | 8.6  | 14.5 | 19.3 | 23.0 | 21.6 | 20.1 | 13.3 | 6.7  | 1.4  |
| <b>Ortalama nispi nem (%)</b>             | 74.5 | 77.1 | 72.5 | 65.4 | 54.0 | 44.4 | 46.4 | 44.5 | 41.3 | 53.0 | 65.4 | 71.5 |
| <b>Toplam yağış (mm/kg/m<sup>2</sup>)</b> | 50.3 | 79.9 | 44.3 | 51.8 | 27.8 | 13.7 | 17.6 | 10.0 | 5.6  | 1.8  | 12.8 | 27.7 |
| <b>Ortalama rüzgâr hızı (m/sn)</b>        | 0.9  | 1.2  | 1.6  | 1.7  | 2.2  | 2.0  | 1.8  | 1.7  | 1.5  | 2.1  | 2.5  | 2.4  |
| <b>2021</b>                               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>Ortalama sıcaklık (C°)</b>             | -1.3 | 0.2  | 3.3  | 11.0 | 15.0 | 21.4 | 22.2 | 23.8 | 19.1 | 12.6 | 6.1  | 0.6  |
| <b>Ortalama nispi nem (%)</b>             | 65.7 | 71.9 | 67.5 | 51.9 | 46.9 | 33.3 | 38.8 | 37.8 | 42.0 | 54.9 | 74.5 | 74.9 |
| <b>Toplam yağış (mm/kg/m<sup>2</sup>)</b> | 23.3 | 29.7 | 60.9 | 7.5  | 13.2 | 0.0  | 0.0  | 7.5  | 16.3 | 37.8 | 21.2 | 8.6  |
| <b>Ortalama rüzgâr hızı (m/sn)</b>        | 2.7  | 2.4  | 2.8  | 3.0  | 2.7  | 2.8  | 3.2  | 2.7  | 2.5  | 2.5  | 2.5  | 3.0  |
| <b>2022</b>                               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>Ortalama sıcaklık (C°)</b>             | -3.8 | -0.9 | 1.1  | 10.0 | 12.4 | 20.7 | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| <b>Ortalama nispi nem (%)</b>             | 80.4 | 81.4 | 76.0 | 63.3 | 68.0 | 47.3 | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| <b>Toplam yağış (mm/kg/m<sup>2</sup>)</b> | 68.1 | 26.1 | 39.1 | 16.2 | 42.8 | 7.5  | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| <b>Ortalama rüzgâr hızı (m/sn)</b>        | 3.2  | 2.5  | 2.7  | 2.7  | 2.8  | 2.6  | -    | -    | -    | -    | -    | -    |

Çizelge 3.2. Çalışmadaki gübre uygulamaları

| Uygulama sayısı | Uygulamalar                            |
|-----------------|----------------------------------------|
| 1               | Kontrol (gübre yok)                    |
| 2               | Kimyasal gübre*                        |
| 3               | Biyokömür 100kg/da+Kimyasal gübre      |
| 4               | Biyokömür 200kg/da+Kimyasal gübre      |
| 5               | Biyokömür 300kg/da+Kimyasal gübre      |
| 6               | Çiftlik gübresi 1ton/da+Kimyasal gübre |
| 7               | Çiftlik gübresi 2ton/da+Kimyasal gübre |
| 8               | Çiftlik gübresi 3ton/da+Kimyasal gübre |

\*N:P:K (12:8:12).



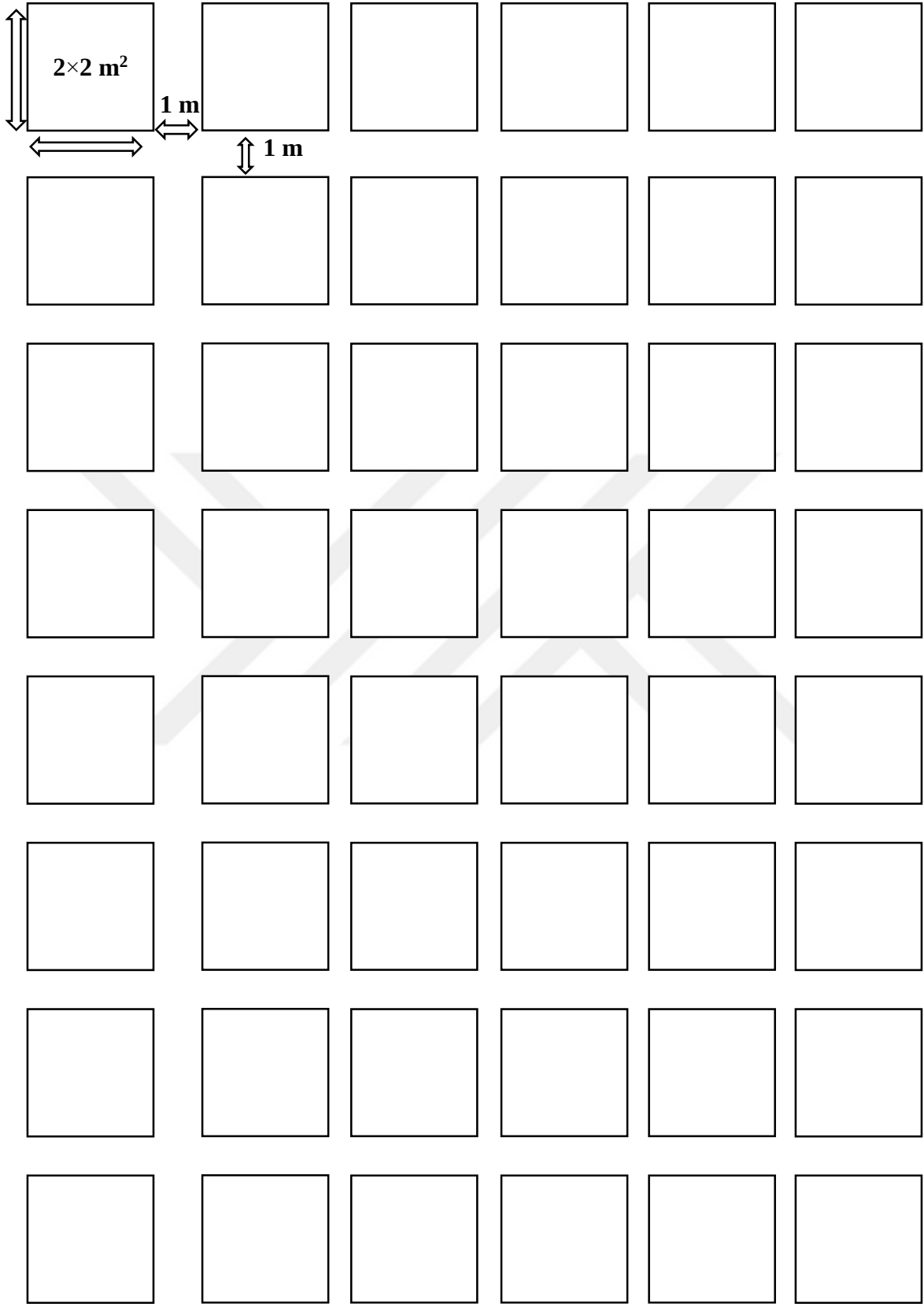
Şekil 3.1. Arazi hazırlığı.



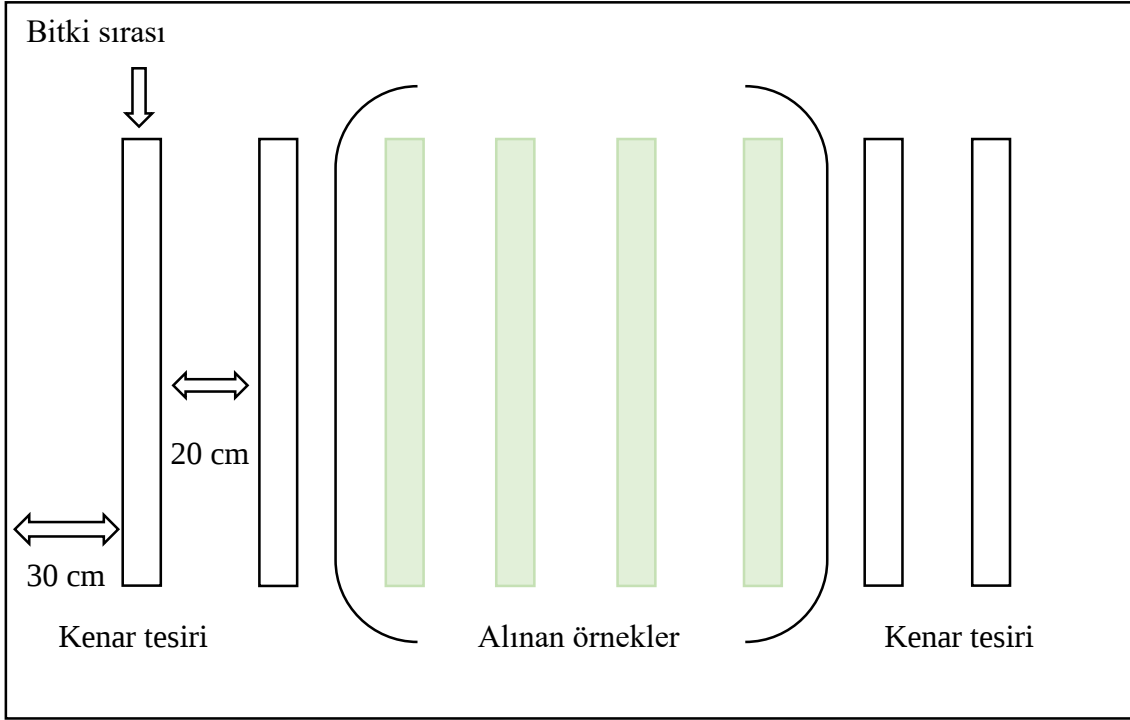
Şekil 3.2. Arazinin sınırlarının belirlenmesi.



Şekil 3.3.  $2 \times 2$  m<sup>2</sup> ebadında parsellerin oluşturulması.



Şekil 3.4. Çalışma alanına kurulan parsellerin genel görünümü.



Şekil 3.5. 4 m<sup>2</sup>'lik alan için bitki sıraları görünümü.

### 3.2.1. Gübre uygulaması

Gübre olarak, 2 organik gübre [biyokömür (meşe odun kömürü) - çiftlik gübresi (koyun gübresi)] ve 1 inorganik kimyasal gübre (N:P:K 12:8:12) olmak üzere 3 farklı gübreleme yapılmıştır. Tohum ekimi öncesi parselde uygulanan gübre uygulamaları sonbahar dönemi (10 Ekim 2020 ve 10 Ekim 2021) ve ilkbahar döneminde (10 Mart 2021 ve 10 Mart 2022) gübre ile toprak iyice karıştırılmıştır (Şekil 3.6). Kimyasal gübre olarak N:P:K gübresinin ilk uygulaması; 8kg N/da:8kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/da:8kg K<sub>2</sub>O/da dozunda 12:8:12 kompoze gübre şeklinde verilmiştir. 25 Mart 2021 ve 15 Mart 2022'de sonbahar uygulama gruplarına, 25 Nisan 2021 ve 20 Nisan 2022 de ise ilkbahar uygulama gruplarına her parselde ek bir üst gübre olarak amonyum sülfat ve potasyum sülfat formlarında 4kg N/da:4kg K<sub>2</sub>O/da üst gübreler verilmiştir. Uygulanan gübre dozları olarak; kontrol uygulaması, biyokömür (100, 200 ve 300 kg/da) + kimyasal gübre, çiftlik gübresi (1, 2 ve 3 ton/da) + kimyasal gübre ve kimyasal gübre (12kg:8kg:12kg) N:P:K olarak kullanılmıştır (Çizelge 3.2).



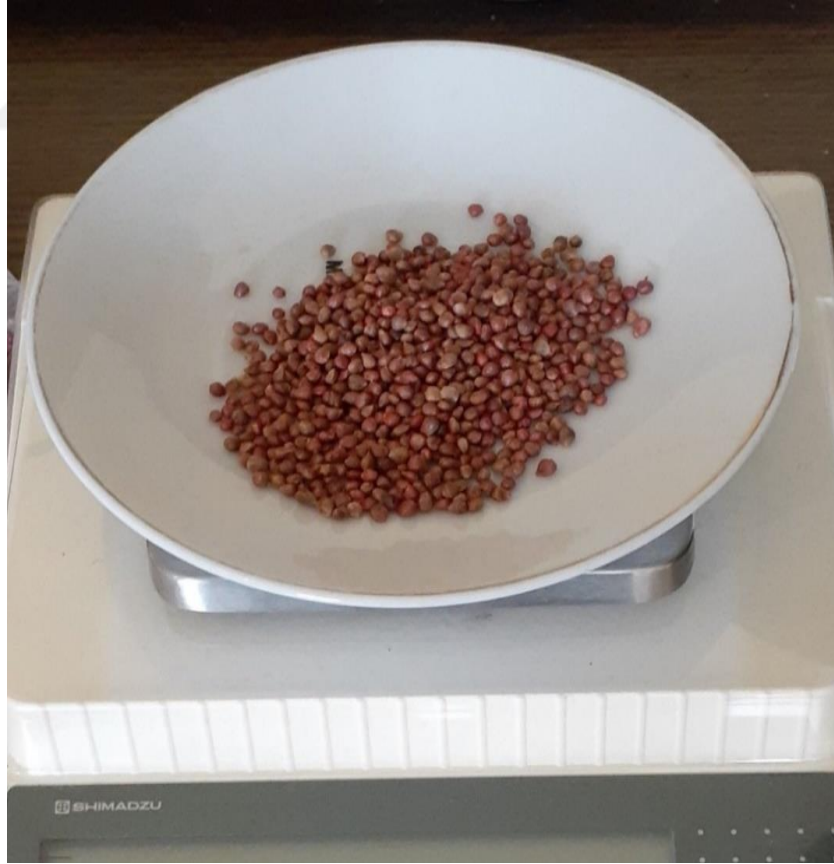
Şekil 3.6. Gübre uygulamalarından genel görüntüler.

### 3.2.2. Tohum ekimi

Çalışma süreci boyunca tohum ekim dönemleri Çizelge 3.3’de belirtilmektedir. Bitkisel materyal olarak Matador ıspanak (*Spinacia oleracea* L.) çeşidi kullanılmıştır. Tohumlar parsellere 2.5kg/1da oranında tohum ekimi çizgi usulü ile yapılmıştır (Şekil 3.7). İki metrelik bir tahtanın ucuna çakılan çiviler yardımıyla her bir parselde 8 sıra oluşturulmuştur. Her parsel için yaklaşık olarak 8 sraya eşit olacak şekilde tohum ekimi yapılmıştır (Şekil 3.8). Parsellerin üzeri 1-2 cm toprakla kapatıldıktan sonra ilk sulama yapılmıştır.

Çizelge 3.3. Tohum ekim dönemleri

| 1.yıl (2020-2021) |                 | 2. yıl (2021-2022) |                 |
|-------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| Sonbahar dönemi   | İlkbahar dönemi | Sonbahar dönemi    | İlkbahar dönemi |
| 15 Ekim 2020      | 15 Mart 2021    | 15 Ekim 2021       | 15 Mart 2022    |



Şekil 3.7. Ispanak tohumu tartımı.



Şekil 3.8. Tohum ekiminden genel görüntüler.

### 3.2.3. Toprak analizi

Deneme alanından toprak örneği üç ayrı dönemde alınmıştır. İlk toprak örneği arazi hazırlığı döneminde, ikinci toprak örneği çalışmanın ilk yılı (2020-2021) hasattan 15 gün sonra ve üçüncü toprak örneği ise ikinci yıl (2021-2022) hasattan 15 gün sonra alınmıştır. Deneme alanından alınan topraklar 15-20 cm derinlikten (Kacar, 1994)'ın belirttiği esaslara göre alınmıştır. Çalışma başladıktan sonra her yıl hasattan 15 gün sonra tüm parselden ayrı ayrı örnekler alınarak toprağın fiziksel ve kimyasal analizlerine (pH, EC, kireç, tuz, organik madde, Fe, Cu, Zn, Mn, P, K ve toplam N) bakılmıştır (Şekil 3.9). Toprak analizleri özel bir firma olan Martest Analiz Laboratuvarında Kacar (1984)'e göre yapılmıştır. Elde edilen toprak analiz sonuçları Çizelge 3.4-5-6'da verilmiştir.

Çizelge 3.4. Çalışma alanı toprağının 2020 yılı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

| Toprak özellikleri    |            |              |
|-----------------------|------------|--------------|
| pH                    | 8.47       | Alkali       |
| Kireç                 | % 8.14     | Orta kireçli |
| Organik madde miktarı | % 1.05     | Düşük        |
| EC                    | 0.218 ds/m | Tuzsuz       |
| K                     | 51.64 ppm  | Çok az       |
| Mg                    | 57.98 ppm  | Az           |
| Ca                    | 337.53 ppm | Az           |



Şekil 3.9. Toprak örneği hazırlığı.

Çizelge 3.5. Çalışmada alanından uygulamalar sonrası alınan toprak analizi (2020 - 2021)

| Sonbahar dönemi |           |         |      |           |                   |           |            |            |            |            |           |       |
|-----------------|-----------|---------|------|-----------|-------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|-----------|-------|
| Uyg.            | Kireç (%) | Tuz (%) | pH   | EC (ds/m) | Organik Madde (%) | K (kg/da) | Fe (mg/kg) | Zn (mg/kg) | Mn (mg/kg) | Cu (mg/kg) | P (kg/da) | N (%) |
| 1               | 6.81      | 0.03    | 8.10 | 0.74      | 1.22              | 10.01     | 1.80       | 0.47       | 5.93       | 1.03       | 18.26     | 0.09  |
| 2               | 6.13      | 0.03    | 7.83 | 1.04      | 1.49              | 11.34     | 2.53       | 0.82       | 9.11       | 1.01       | 18.55     | 0.16  |
| 3               | 5.99      | 0.02    | 7.74 | 1.20      | 1.49              | 14.70     | 2.69       | 1.56       | 10.75      | 1.12       | 19.13     | 0.18  |
| 4               | 6.38      | 0.02    | 8.04 | 0.87      | 1.47              | 14.74     | 2.78       | 1.19       | 11.33      | 1.04       | 18.32     | 0.22  |
| 5               | 6.45      | 0.02    | 8.03 | 1.03      | 1.52              | 11.16     | 2.80       | 1.52       | 10.28      | 1.08       | 45.63     | 0.13  |
| 6               | 5.54      | 0.02    | 7.96 | 0.86      | 2.81              | 13.71     | 4.02       | 2.77       | 15.11      | 2.24       | 52.73     | 0.18  |
| 7               | 5.76      | 0.02    | 7.98 | 0.94      | 2.45              | 14.16     | 5.10       | 3.65       | 13.83      | 2.14       | 42.48     | 0.16  |
| 8               | 5.55      | 0.02    | 7.94 | 1.00      | 2.90              | 14.76     | 4.61       | 2.79       | 14.54      | 2.32       | 67.96     | 0.13  |
| İlkbahar dönemi |           |         |      |           |                   |           |            |            |            |            |           |       |
| Uyg.            | Kireç (%) | Tuz (%) | pH   | EC (ds/m) | Organik Madde (%) | K (kg/da) | Fe (mg/kg) | Zn (mg/kg) | Mn (mg/kg) | Cu (mg/kg) | P (kg/da) | N (%) |
| 1               | 7.47      | 0.03    | 8.56 | 0.66      | 1.64              | 8.74      | 2.15       | 0.33       | 4.48       | 0.87       | 11.39     | 0.24  |
| 2               | 7.08      | 0.03    | 8.40 | 0.91      | 1.89              | 9.44      | 3.25       | 1.88       | 4.57       | 0.98       | 23.34     | 0.19  |
| 3               | 7.08      | 0.02    | 8.43 | 0.66      | 1.70              | 9.16      | 2.44       | 2.28       | 5.81       | 0.76       | 32.27     | 0.24  |
| 4               | 7.39      | 0.02    | 8.41 | 0.81      | 1.54              | 9.79      | 2.19       | 2.77       | 4.39       | 0.80       | 49.58     | 0.21  |
| 5               | 7.07      | 0.02    | 8.43 | 0.76      | 1.54              | 9.53      | 1.72       | 2.80       | 5.70       | 0.97       | 62.17     | 0.12  |
| 6               | 7.17      | 0.02    | 8.31 | 1.10      | 1.84              | 11.32     | 2.14       | 4.14       | 5.42       | 1.07       | 55.02     | 0.14  |
| 7               | 7.00      | 0.02    | 8.28 | 1.08      | 2.80              | 11.77     | 2.29       | 4.41       | 5.84       | 0.99       | 63.38     | 0.13  |
| 8               | 6.46      | 0.02    | 8.11 | 1.00      | 3.10              | 14.43     | 4.25       | 6.41       | 5.92       | 1.42       | 78.38     | 0.15  |

Çizelge 3.6. Çalışmada alanından uygulamalar sonrası alınan toprak analizi (2021 - 2022)

| Sonbahar dönemi |           |         |      |           |                   |           |            |            |            |            |           |       |
|-----------------|-----------|---------|------|-----------|-------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|-----------|-------|
| Uyg.            | Kireç (%) | Tuz (%) | pH   | EC (ds/m) | Organik Madde (%) | K (kg/da) | Fe (mg/kg) | Zn (mg/kg) | Mn (mg/kg) | Cu (mg/kg) | P (kg/da) | N (%) |
| 1               | 6.41      | 0.03    | 8.01 | 0.74      | 1.72              | 11.01     | 1.91       | 0.54       | 6.51       | 1.21       | 18.66     | 0.12  |
| 2               | 6.09      | 0.03    | 7.80 | 1.21      | 1.85              | 15.34     | 3.81       | 0.84       | 9.61       | 1.91       | 48.72     | 0.17  |
| 3               | 5.96      | 0.02    | 7.54 | 1.55      | 1.89              | 16.70     | 3.89       | 1.61       | 12.45      | 2.17       | 59.26     | 0.16  |
| 4               | 6.28      | 0.02    | 7.04 | 1.67      | 1.97              | 16.74     | 3.98       | 1.45       | 12.63      | 2.19       | 68.21     | 0.17  |
| 5               | 6.40      | 0.02    | 7.03 | 1.70      | 2.02              | 17.16     | 3.91       | 1.51       | 13.17      | 2.28       | 75.17     | 0.18  |
| 6               | 5.51      | 0.02    | 7.16 | 1.86      | 2.91              | 18.71     | 4.96       | 3.57       | 15.21      | 3.21       | 82.26     | 0.20  |
| 7               | 5.66      | 0.02    | 7.58 | 1.94      | 2.95              | 18.16     | 5.26       | 3.45       | 15.72      | 3.10       | 83.21     | 0.19  |
| 8               | 5.45      | 0.02    | 7.14 | 1.90      | 3.09              | 18.76     | 5.91       | 3.69       | 16.31      | 3.39       | 97.99     | 0.21  |
| İlkbahar dönemi |           |         |      |           |                   |           |            |            |            |            |           |       |
| Uyg.            | Kireç (%) | Tuz (%) | pH   | EC (ds/m) | Organik Madde (%) | K (kg/da) | Fe (mg/kg) | Zn (mg/kg) | Mn (mg/kg) | Cu (mg/kg) | P (kg/da) | N (%) |
| 1               | 7.37      | 0.03    | 8.46 | 0.60      | 1.34              | 8.94      | 2.19       | 0.39       | 4.68       | 0.91       | 11.80     | 0.10  |
| 2               | 7.01      | 0.03    | 8.30 | 0.71      | 1.99              | 10.16     | 3.38       | 1.92       | 4.97       | 1.38       | 23.11     | 0.20  |
| 3               | 7.02      | 0.02    | 8.23 | 0.75      | 2.70              | 10.56     | 3.43       | 2.36       | 5.99       | 1.56       | 32.69     | 0.17  |
| 4               | 7.29      | 0.02    | 8.21 | 0.80      | 2.54              | 10.76     | 3.19       | 2.83       | 6.09       | 1.71       | 49.41     | 0.16  |
| 5               | 7.01      | 0.02    | 8.13 | 0.84      | 2.54              | 10.54     | 3.79       | 2.85       | 6.51       | 1.97       | 62.20     | 0.17  |
| 6               | 7.00      | 0.02    | 8.01 | 1.12      | 2.84              | 14.36     | 4.14       | 4.19       | 6.49       | 2.47       | 79.12     | 0.17  |
| 7               | 6.56      | 0.02    | 8.00 | 1.18      | 2.89              | 13.47     | 4.01       | 4.50       | 7.80       | 2.87       | 83.22     | 0.18  |
| 8               | 6.46      | 0.02    | 8.01 | 1.11      | 3.11              | 15.13     | 4.61       | 5.59       | 7.81       | 2.91       | 85.16     | 0.19  |

### 3.2.4. Organik gübre analizi

Çalışmada organik gübre olarak, 2 farklı gübre [biyokömür (meşe odun kömürü) ve çiftlik gübresi (koyun gübresi)] kullanılmıştır. Çalışma başlamadan önce her gübreden 500 gram alınarak organik gübre analizleri (EC, pH, karbon/azot tayini, suda çözünür potasyumoksit, toplam N, Cu, Fe, Zn, Mn, Ca, Mg ve Na) Martest Analiz Laboratuvarında Kacar ve Kütük, (2010)'a göre yapılmıştır. Biyokömür gübre analizi Çizelge 3.7'de ve koyun gübresi analizi Çizelge 3.8'de verilmiştir.

Çizelge 3.7. Biyokömür gübre analiz sonuçları

| <b>Biyokömür gübresi</b>    |             |
|-----------------------------|-------------|
| pH                          | 8.97        |
| Suda çözünür potasyumoksit  | % 0.12      |
| Toplam azot                 | % 0.55      |
| Elektriksek iletkenlik (EC) | 0.41 ds/m   |
| Organik karbon              | % 3.47      |
| Karbon/azot tayini (C/N)    | % 6.31      |
| Bakır (Cu)                  | 28.96 mg/kg |
| Demir (Fe)                  | <0.01 mg/kg |
| Çinko (Zn)                  | 15.76 mg/kg |
| Mangan (Mn)                 | 1.44 mg/kg  |
| Kalsiyum (Ca)               | 407.2 mg/kg |
| Magnezyum (Mg)              | 69.68 mg/kg |
| Sodyum (Na)                 | 349.3 mg/kg |

Çizelge 3.8. Koyun gübresi analiz sonuçları

| <b>Koyun gübresi</b>        |             |
|-----------------------------|-------------|
| pH                          | 7.33        |
| Suda çözünür potasyumoksit  | % 1.02      |
| Toplam azot                 | % 0.86      |
| Elektriksek iletkenlik (EC) | 4.52 ds/m   |
| Organik karbon              | % 7.92      |
| Karbon/azot tayini (C/N)    | % 9.21      |
| Bakır (Cu)                  | 29.68 mg/kg |
| Demir (Fe)                  | 349.6 mg/kg |
| Çinko (Zn)                  | 26.12 mg/kg |
| Mangan (Mn)                 | 5.53 mg/kg  |
| Kalsiyum (Ca)               | 2539 mg/kg  |
| Magnezyum (Mg)              | 617.5 mg/kg |
| Sodyum (Na)                 | 2343 mg/kg  |

### 3.2.5. Bitki büyüme ve gelişme parametreleri

#### 3.2.5.1. Bitki sayısı (adet)

Hasat öncesi elde edilen ıspanakların her parsel de ( $4 \text{ m}^2$ ) tek tek sayılması ile belirlenmiştir.

#### 3.2.5.2. Yaprak sayısı (adet)

$4 \text{ m}^2$ 'lik parselde rastgele seçilen ıspanak bitkileri (15 adet) üzerinde oluşan tüm yapraklar teker teker sayılarak ortalama yaprak sayısı belirlenmiştir.

#### 3.2.5.3. Yaprak kalınlığı (mm)

$4 \text{ m}^2$ 'lik parselde rastgele seçilen 15 bitkideki ıspanak yaprakları dijital bir kumpas yardımıyla mm ( $\pm 0,5$ ) cinsinden ölçülerek yaprak kalınlığı belirlenmiştir.

#### 3.2.5.4. Bitki yaş ağırlığı (g)

Çalışma sonlandırıldıktan hemen sonra  $4 \text{ m}^2$ 'lik parsellerden rastgele seçilen 15 adet ıspanak bitkisi hassas terazide tartılarak sürgün yaş ağırlık değerleri elde edilmiştir (Şekil 3.10). Elde edilen bu değer bitki sayısına bölünerek bitki yaş ağırlıkları gram olarak belirlenmiştir.

#### 3.2.5.5. Bitki kuru ağırlığı (g)

Çalışma sonunda bitki yaş ağırlığı için sökülen ıspanak bitkileri üç gün açıkta serilerek bekletilmiştir (Şekil 3.10). Daha sonra bu örnekler kese kâğıtlarına bırakılarak  $65^\circ \text{C}$  etüvde 48 saat boyunca sabit ağırlığa kadar kurutulmuştur. Bu örnekler hassas bir terazide tartılarak bitki kuru ağırlık değerleri gram olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.10. Bitki yaş ve kuru ağırlık belirlenmesi.

#### 3.2.5.6. Bitki boyu (cm)

Hasat öncesinde 15 adet bitkide ıspanak boyu bir cetvel yardımı ile ölçülmüş değerler cm cinsinden belirlenmiştir.

#### 3.2.5.7. Gövde çapı (mm)

4 m<sup>2</sup>'lik parselde rastgele seçilen 15 adet ıspanakta gövde dijital bir kumpas yardımıyla mm ( $\pm 0.5$ ) cinsinden ölçülerek gövde çapı belirlenmiştir.

#### 3.2.5.8. Yaprak alanı (cm<sup>2</sup>/bitki)

Rastgele seçilen 15 bitkide yapraklardan metal bir çember yardımıyla kesitler alınarak hassas terazide ağırlığı tartılmıştır. Daha sonra bu alan ve ağırlık ilişkisine göre tüm yaprak ağırlığı oranlanarak hesaplanmıştır (Çelik ve Kök, 2011).

### 3.2.5.9. Sapa kalma oranı (%)

Hasat zamanına gelmiş olan ıspanak bitkilerinin parseldeki sapa kalkan bitki sayısının toplam bitki sayısına oranıdır.

### 3.2.5.10. Toplam verim (kg/da)

Parseldeki ıspanak bitkilerinin hasat edildikten sonraki toplam ağırlığının kg/dekara çevrilmesiyle elde edilmiştir.

### 3.2.5.11. Klorofil değeri (SPAD)

İspanak yapraklarındaki klorofil değeri belirlenmesinde SPAD metre (Minolta SPAD-502, Osaka, Japan) kullanılmıştır. Her parselde 15 adet bitkide ölçümler yapılmıştır (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Klorofil değerinin belirlenmesi.

### 3.2.6. Laboratuvar analizleri

#### 3.2.6.1. Yaprak oransal su içeriği (%)

Araziden alınan ıspanak örneklerinde yaprak oransal su içeriği belirlemek için yaprak taze ağırlığı hassas terazide belirlenmiştir. Daha sonra bu örnek 4 saat saf su içinde bekletilerek turgor ağırlıkları tespit edilmiştir (Şekil 3.12). Aynı yaprak örneği 65 °C etüvde 48 saat bekletilip hassas terazide tartılmıştır. Belirlenen değerler hesaplanarak yaprak oransal su içerikleri(%) elde edilmiştir (Kuşvuran, 2010).

**TA:** Taze Ağırlık, **KA:** Kuru Ağırlık, **TuA:** Turgor Ağırlığı

$$\text{YOSİ} = (TA - KA) / (TuA - KA) \times 100$$



Şekil 3.12. Yaprak oransal su içeriğinin belirlenmesi.

#### 3.2.6.2. Suda çözünebilir kuru madde miktarı (briks°)

İspanak yaprak örneklerinde bir katı meyve suyu sıkacağından suyu çıkarılmıştır. Elde edilen bu örnek bir el refraktometresi ile belirlenmiştir (Kuşvuran, 2010).

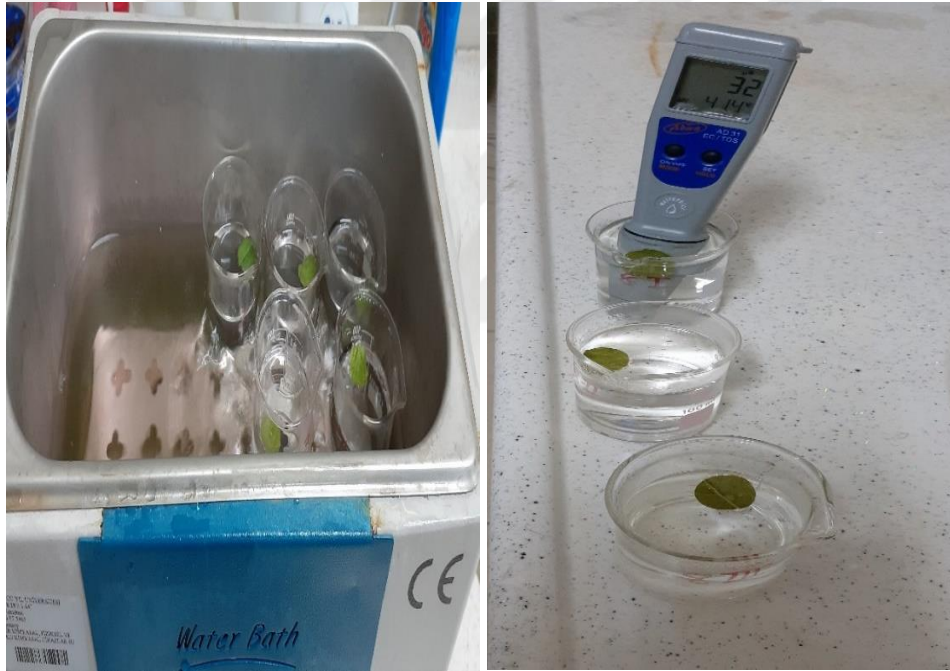
### 3.2.6.3. Membran zararlanma indeksi (%)

Ispanak yapraklarında 17 mm çapında bir disk ile örnek alınarak saf su içerisinde 5 saat bekletildikten sonra EC si llmştş (şekil 3.13). 5 saat sonra örnekler 100 C'deki bir buhar banyosunda 10 dakika bekletildikten sonra tekrar EC değeri llmştş (Kuşvuran, 2010).

**Lt:** Stres uygulanan bitki yaprağın otoklav edilmeden nceki EC/Otoklav sonrası EC

**Lc:** Kontrol bitki yaprağının otoklav edilmeden nceki EC/Otoklav sonrası EC

$$MZI = (Lt - Lc / 1 - Lc) \times 100$$



şekil 3.13. Membran zararlanma indeksi belirlenmesi.

### 3.2.6.4. Nitrat içeriği (mg kg<sup>-1</sup>)

Ispanak örneklerinde nitrat tayini, salisilik asitin nitritleşmesi yoluyla kolorimetrik olarak belirlenmiştir (Cataldo ve ark., 1976).

### 3.2.6.5. Besin elementi içeriği

Kacar (1984)'a göre bitki besin elementi (K, Na, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn) içerikleri belirlenmiştir. Kuru yakma yöntemi kullanılarak yapılan bu analiz için araziden ıspanak örnekleri alınmıştır. Alınan yaprak örnekleri önce açık alanda daha sonrasında ise etüvde kurutularak toz haline getirilmiştir. Toz örneklerden 0.5 gram alınmış ve yaklaşık olarak 10-12 saat 500 °C'de bir kül fırınında yakılmıştır (Şekil 3.14). Elde edilen külün üzerine 3 N HCl'den 4 ml eklenerek hot pleyt üzerine bırakılmış ve sarı renk oluşunca hot pleyt üzerinden alınmıştır. Daha sonra bir süzme seti ve filtre kâğıdı yardımıyla 50 ml balon jojelere aktarılmış ve üzerine saf su eklenilmiştir. Elde edilen ekstraktlar Van Y.Y.Ü. Bilim Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde analiz edilmiştir.



Şekil 3.14. Besin elementi içeriklerinin belirlenmesi.

### 3.3. İstatistik Analiz

Çalışmada farklı uygulamaların ortalamalarından elde edilen verileri karşılaştırmak amacıyla, varyans analizi için IBM SPSS 21.0 paket programı kullanılmıştır. İstatistiksel açıdan önemli bulunan ortalamalar arasındaki farklar, Duncan çoklu karşılaştırma testi'ne göre gruplandırılmıştır.

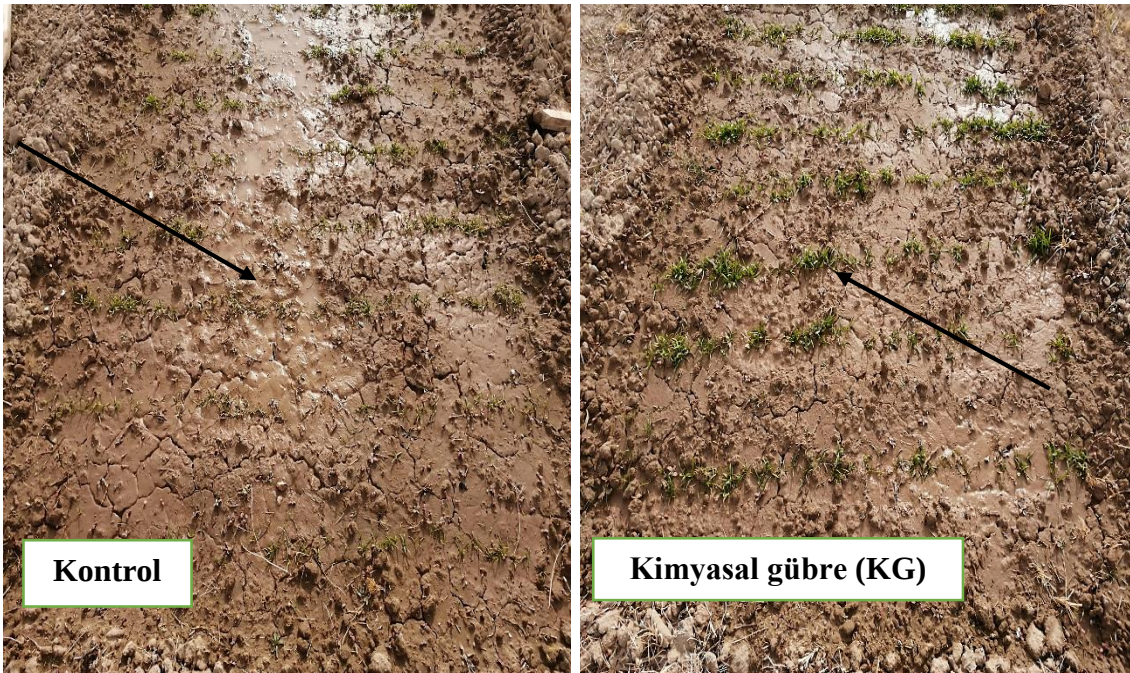


#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının Van ekolojik koşullarında ıspanak (*Spinacia oleracea* L.) yetiştiriciliği üzerine etkileri çalışılan bu çalışmada, uygulamalar sonunda hasat edilen ıspanak bitkilerinde bazı parametreler incelenmiştir. Bunlar; bitki sayısı (adet), yaprak sayısı (adet), yaprak kalınlığı (mm), suda çözünebilir kuru madde miktarı (briks<sup>o</sup>), bitki boyu (cm), bitki yaş ağırlığı (g), bitki kuru ağırlığı (g), gövde çapı (mm), yaprak alanı (cm<sup>2</sup>/bitki), yaprak oransal su içeriği (%), toplam verim (g), sapa kalma oranı (%), klorofil değeri (SPAD), membran zararlanma indeksi (%), nitrat içeriği (mg kg<sup>-1</sup>) ve besin elementi (K (%), Ca (%), Mg (%), Cu (ppm), Zn (ppm), Fe (ppm), Na (ppm) ve Mn (ppm)) içerikleri aşağıda irdelenmiştir.

##### 4.1. Bitki Büyüme ve Gelişme Parametreleri

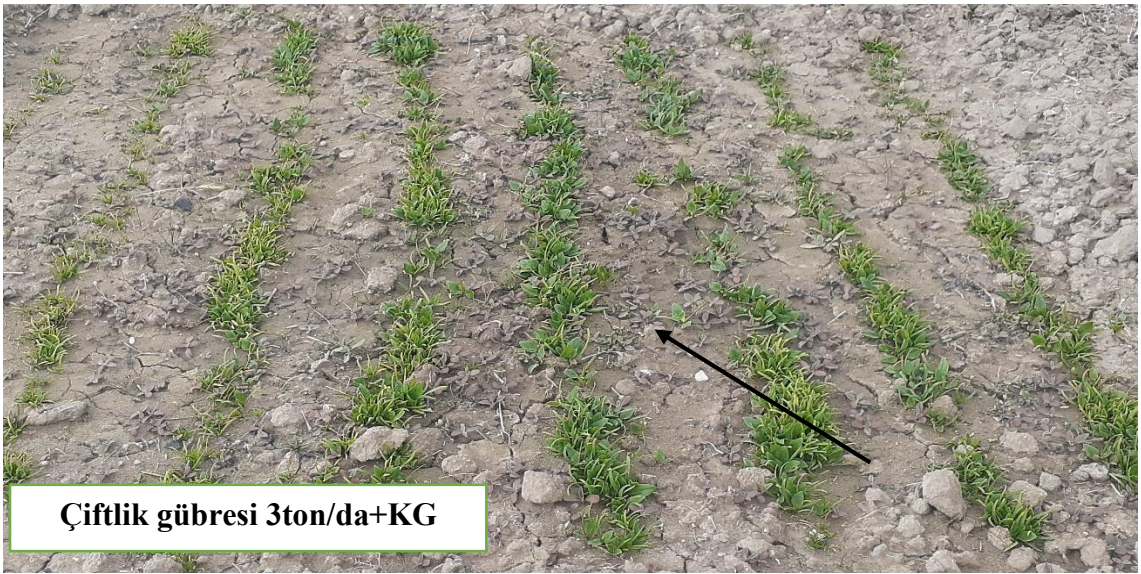
Çalışmada biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının Van ekolojik koşullarında ıspanak (*Spinacia oleracea* L.) yetiştiriciliğinin tohum çıkışı üzerine etkileri Şekil 4.1-2-3’de belirtilmiştir.



Şekil 4.1. Gübre uygulamalarının sonbahar dönemindeki tohum çıkışına etkisi.



Şekil 4.2. Biyokömür uygulamalarının sonbahar dönemindeki tohum çıkışına etkisi.



Şekil 4.3. Çiftlik gübresi uygulamalarının sonbahar dönemindeki tohum çıkışına etkisi.

Şekil 4.1-2-3’de belirtilen fotoğraflar ikinci yıl sonbahar dönemindeki uygulamaların tohum çıkışına etkisini göstermektedir. Tüm fotoğraflar tohum ekiminden yaklaşık olarak 30 gün sonra çekilmiştir. İki yıl boyunca farklı dönemlerde ekimi yapılan tohumların çıkış süreleri incelenecek olursa, birinci yıl sonbahar dönemindeki ilk çıkışların tohum ekiminden yaklaşık olarak 11 gün sonra olduğu, birinci yıl ilkbahar dönemindeki ilk çıkışların ise tohum ekiminden yaklaşık olarak 22 gün sonra olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde ikinci yıl sonbahar dönemindeki ilk çıkışların tohum ekiminden yaklaşık olarak 9 gün sonra olduğu, ikinci yıl ilkbahar dönemindeki ilk çıkışların ise tohum ekiminden yaklaşık olarak 19 gün sonra olduğu belirlenmiştir. İncelenen tüm dönemlerde gübre uygulamalarının çıkış sürelerinde paralellik gösterdiği gözlemlenmiştir. Tohum çıkış sürelerinde ilk çıkışın çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre, çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre, biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre, biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre, biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre, kimyasal gübre ve kontrol uygulamaları takip ettiği gözlemlenmiştir.

Gübre uygulamalarının, kontrol uygulamasına göre tohum çıkış oranlarına etkisi genel olarak olumlu olmuştur. Çizelge 3.7-8’de belirtilen gübre içeriklerinin de etkisi olduğu düşünülmektedir. Gübre doz miktarları arttıkça çıkış oranları süresin de de azalmaların olduğu göze çarpmaktadır. Ayrıca çalışma süresi boyunca her yıl hasattan sonra toprak analizi yapılmıştır (Çizelge 3.5-6). Elde edilen iklimsel veriler (Çizelge 3.1) ve birincil yıl yapılan gübrelemenin etkisiyle, ikinci yıl tohum çıkış süreleri daha kısa sürede olmuştur. Sonbahar dönemi tohum çıkış sürelerinin, ilkbahar dönemine göre daha kısa sürede olduğu gözlemlenmiştir. Dolayısıyla sonbahar döneminin ıspanak yetiştiriciliği için daha uygun bir dönem olduğu tespit edilmiştir. Literatürdeki önceki çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir. Şensoy ve ark. (2011) tarafından Van ekolojik koşullarında ıspanak üretimi için uygun ekim zamanlarının belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada ıspanak bitkisi için uygun ekim dönemlerini incelemişler. Ispanak ekim dönemi için en uygun dönemin sonbahar dönemi olduğunu belirlemişler. Çalışmamız literatürde belirtilen bulgular ile genelde uyumlu olduğu gözlenmektedir.

#### 4.1.1. Bitki yaş ağırlığı

Arazi koşullarında farklı dönemlerde iki yıl boyunca yetiştiriciliği yapılan ıspanak bitkisinin bitki yaş ağırlığına biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının etkisi Çizelge 4.1’de belirtilmiştir. Gübre uygulamalarının bitki yaş ağırlığına etkisi, istatistiki açıdan ( $P \leq 0.05$ ) önemli bulunmuştur. Dönem ve gübre uygulamaları arasındaki farklar ve dönem x gübre uygulamaları interaksyonu da istatistiki olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Bitki yaş ağırlığında gübrelemenin etkisi irdelenecek olursa, birinci yıl ve ikinci yıl sonbahar dönemi en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (331.18 g) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (65.84 g) elde edilen uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (301.00 g), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (274.70 g), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (240.81 g), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (225.18 g), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (206.50 g) ve kimyasal gübre (168.58 g) uygulamaları takip etmiştir. Benzer şekilde birinci yıl ve ikinci yıl ilkbahar döneminde en yüksek ortalama değerin (255.86 g) elde edildiği uygulamanın çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (36.88 g) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (220.38 g), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (185.48 g), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre, (153.50 g), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (127.06 g), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (98.51 g) ve kimyasal gübre (56.75 g) uygulamaları takip etmiştir. Yıllar ortalamalarını değerlendirecek olursa, en yüksek değerin olduğu uygulama, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (293.52 g) uygulaması ve en düşük değerin (51.36 g) olduğu uygulama ise kontrol uygulaması olarak belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (260.69 g), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (230.09 g), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (197.15 g), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (176.12 g), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (152.50 g) ve kimyasal gübre (112.66 g) uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 4.1). Gübre uygulamalarında bitki yaş ağırlığı kontrole kıyasla önemli ölçüde artmıştır. Çalışmada en yüksek bitki yaş ağırlık değerleri çiftlik gübresi uygulamalardan elde edilmiştir. Doz miktarı arttıkça bitki yaş ağırlık değerlerinde de artışlar olmaktadır.

Çizelge 4.1. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının bitki yaş ağırlığına etkisi

| Bitki Yaş Ağırlığı (g/bitki) |                                                |                                                |                                         |
|------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Uygulamalar                  | 1. Yıl (2020)<br>Sonbahar Dönemi               | 2. Yıl (2021)<br>Sonbahar Dönemi               | Sonbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                      | 61.54 ± 16.07 e*                               | 70.13 ± 7.24 e                                 | 65.84 ± 11.42D*                         |
| Kimyasal Gübre (KG)          | 148.30 ± 12.20 de                              | 188.86 ± 5.84 d                                | 168.58 ± 3.52 C                         |
| Biyokömür 100kg/da+KG        | 153.50 ± 4.08 d                                | 259.50 ± 8.70 c                                | 206.50 ± 6.2 BC                         |
| Biyokömür 200kg/da+KG        | 168.46 ± 1.80 d                                | 281.90 ± 6.01 bc                               | 225.18 ± 3.4BC                          |
| Biyokömür 300kg/da+KG        | 176.33 ± 8.62 d                                | 305.32 ± 11.72 bc                              | 240.81 ± 7.97 B                         |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG   | 204.83 ± 4.08 cd                               | 344.56 ± 23.50 b                               | 274.70 ± 13.7B                          |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG   | 222.96 ± 3.92 c                                | 379.33 ± 6.96 b                                | 301.00 ± 4.5AB                          |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG   | 239.53 ± 6.54 c                                | 422.83 ± 9.16 a                                | 331.18 ± 7.43 A                         |
| <b>Ortalama</b>              | 171.93 ± 53.27 B*                              | 281.51 ± 107.41 A                              |                                         |
| Uygulamalar                  | 1. Yıl (2021)<br>İlkbahar Dönemi               | 2. Yıl (2022)<br>İlkbahar Dönemi               | İlkbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                      | 31.96 ± 1.38 f*                                | 41.80 ± 1.47 f                                 | 36.88 ± 1.42 D*                         |
| Kimyasal Gübre (KG)          | 51.73 ± 5.54 de                                | 61.76 ± 12.73 de                               | 56.75 ± 8.45 D                          |
| Biyokömür 100kg/da+KG        | 88.06 ± 2.40 de                                | 108.96 ± 6.28 d                                | 98.51 ± 1.94 CD                         |
| Biyokömür 200kg/da+KG        | 110.46 ± 5.00 d                                | 143.66 ± 7.41 cd                               | 127.06 ± 5.60 C                         |
| Biyokömür 300kg/da+KG        | 128.56 ± 2.03 cd                               | 178.43 ± 11.04 d                               | 153.50 ± 6.24 C                         |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG   | 167.50 ± 3.75 cd                               | 203.46 ± 8.33 c                                | 185.48 ± 6.00 BC                        |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG   | 203.70 ± 2.81 c                                | 237.06 ± 9.26 b                                | 220.38 ± 3.67 B                         |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG   | 240.76 ± 4.23 b                                | 270.96 ± 4.56 a                                | 255.86 ± 4.40 A                         |
| <b>Ortalama</b>              | 127.84 ± 69.48 B*                              | 155.76 ± 78.46 A                               |                                         |
| Uygulamalar                  | 1. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | 2. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | Yıllar<br>Ortalaması                    |
| Kontrol                      | 46.75 ± 19.14 e*                               | 55.96 ± 16.20 e                                | 51.36 ± 17.4 E*                         |
| Kimyasal Gübre (KG)          | 100.01 ± 53.56 de                              | 125.31 ± 70.17 d                               | 112.6 ± 6.52 D                          |
| Biyokömür 100kg/da+KG        | 120.78 ± 35.96 d                               | 184.23 ± 82.72 c                               | 152.5 ± 59.29 CD                        |
| Biyokömür 200kg/da+KG        | 139.46 ± 31.94 cd                              | 212.78 ± 75.95 bc                              | 176.12 ± 53.9 CD                        |
| Biyokömür 300kg/da+KG        | 152.45 ± 26.75 cd                              | 241.86 ± 70.23 b                               | 197.15 ± 48.25 C                        |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG   | 186.16 ± 20.74 c                               | 274.01 ± 78.87 b                               | 230.09 ± 49.7 BC                        |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG   | 213.33 ± 10.98 bc                              | 308.05 ± 78.10 b                               | 260.69 ± 44.30 B                        |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG   | 240.15 ± 4.97 b                                | 346.90 ± 83.43 a                               | 293.52 ± 41.61 A                        |
| <b>Ortalama</b>              | 149.89 ± 65.17 B*                              | 218.64 ± 112.67 A                              |                                         |

\*:  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemli, veriler ± standart hata olarak ifade edilmiştir.

#### 4.1.2. Bitki kuru ağırlığı

Bitki kuru ağırlığına biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının etkisi Çizelge 4.2'de belirtilmiştir. Bitki kuru ağırlığında, gübre uygulamaları ve dönem ve gübre uygulamaları arasındaki farklar istatistiki açıdan ( $P \leq 0.05$ ) önemli bulunmuştur. Dönem x gübre uygulamaları interaksyonu da istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Bitki kuru ağırlığına gübrelemenin birinci yıl ve ikinci yıl sonbahar dönemi etkisine bakılacak olursa, en yüksek ortalama değer elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi

3ton/da+kimyasal gübre (33.43 g) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (6.61 g) elde edilen uygulamanın ise kontrol olarak belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (30.60 g), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (28.34 g), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (23.95 g), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (20.91 g), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (17.91 g) ve kimyasal gübre (15.15 g) takip etmiştir. Benzer şekilde birinci yıl ve ikinci yıl ilkbahar döneminde bitki kuru ağırlığında en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (24.11 g) uygulaması olduğu ve en düşük değerin (2.97 g) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (20.70 g), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (16.71 g), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (13.34 g), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (11.65 g), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (8.67 g) ve kimyasal gübre (5.27 g) uygulamaları takip etmiştir. Yıllar ortalamalarını değerlendirecek olursa, en yüksek ortalama değerin olduğu uygulama çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (28.77 g) uygulaması ve en düşük ortalama değerin (4.79 g) olduğu uygulama ise kontrol uygulaması olarak belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (25.65 g), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (22.53 g), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (18.64 g), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (16.28 g), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (13.29 g) ve kimyasal gübre (10.21 g) uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 4.2).

İki yıl boyunca sonbahar dönemi ve ilkbahar dönemi yetiştiriciliği yapılan ıspanağın bitki kuru ağırlık değerleri incelenecek olursa, birinci yıl sonbahar dönemi bitkilerin bitki kuru ağırlığı ortalamaları 16.41 g olurken, ikinci yıl sonbahar dönemi bitki kuru ağırlığı ortalama 27.75 g olmuştur. Birinci yıl ilkbahar dönemi bitkilerin kuru ağırlığı ortalamaları 11.31 g olurken, ikinci yıl ilkbahar dönemi ortalama 14.54 g olmuştur (Çizelge 4.2). Birinci yıl ve ikinci yıl sonbahar dönemi ile birinci yıl ve ikinci yıl ilkbahar dönemi değerlendirilecek olursa, en yüksek bitki kuru ağırlık değerleri ikinci yıl sonbahar döneminde olduğu görülmüştür. Bunu birinci yıl sonbahar dönemi, ikinci yıl ilkbahar dönemi ve birinci yıl ilkbahar dönemi takip etmiştir (Çizelge 4.2). Burada hem iklimsel veriler hem de birincil yıl yapılan gübrelemenin depozit etkisinin olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla birinci yıl yapılan gübrenin de etkisiyle ikinci yıl değerleri daha yüksek çıkmaktadır.

Çizelge 4.2. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının bitki kuru ağırlığına etkisi

| Bitki Kuru Ağırlığı (g/bitki) |                                                |                                                |                                         |
|-------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Uygulamalar                   | 1. Yıl (2020)<br>Sonbahar Dönemi               | 2. Yıl (2021)<br>Sonbahar Dönemi               | Sonbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                       | 5.63 ± 1.13 <sup>öd</sup>                      | 7.59 ± 0.71                                    | 6.61 ± 0.78 D*                          |
| Kimyasal Gübre (KG)           | 14.24 ± 1.43                                   | 16.07 ± 0.38                                   | 15.15 ± 0.57 CD                         |
| Biyokömür 100kg/da+KG         | 15.08 ± 0.54                                   | 20.75 ± 0.88                                   | 17.91 ± 0.67 CD                         |
| Biyokömür 200kg/da+KG         | 16.18 ± 0.56                                   | 25.64 ± 1.67                                   | 20.91 ± 1.07 C                          |
| Biyokömür 300kg/da+KG         | 17.15 ± 0.42                                   | 30.74 ± 1.87                                   | 23.95 ± 1.08 BC                         |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG    | 20.17 ± 0.45                                   | 36.52 ± 1.93                                   | 28.34 ± 1.19 B                          |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG    | 20.66 ± 0.54                                   | 40.55 ± 1.25                                   | 30.60 ± 0.61 AB                         |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG    | 22.60 ± 0.55                                   | 44.19 ± 2.01                                   | 33.43 ± 1.16 A                          |
| <b>Ortalama</b>               | 16.41 ± 5.08 B*                                | 27.75 ± 12.12 A                                |                                         |
| Uygulamalar                   | 1. Yıl (2021)<br>İlkbahar Dönemi               | 2. Yıl (2022)<br>İlkbahar Dönemi               | İlkbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                       | 2.37 ± 0.19 <sup>öd</sup>                      | 3.56 ± 0.42                                    | 2.97 ± 0.28 D*                          |
| Kimyasal Gübre (KG)           | 4.41 ± 0.64                                    | 6.12 ± 0.56                                    | 5.27 ± 0.52 C                           |
| Biyokömür 100kg/da+KG         | 7.54 ± 0.55                                    | 9.80 ± 0.27                                    | 8.67 ± 0.29 C                           |
| Biyokömür 200kg/da+KG         | 10.14 ± 0.18                                   | 13.16 ± 1.19                                   | 11.65 ± 0.68 B                          |
| Biyokömür 300kg/da+KG         | 11.01 ± 0.01                                   | 15.66 ± 0.56                                   | 13.34 ± 0.28 B                          |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG    | 15.42 ± 0.46                                   | 18.01 ± 1.92                                   | 16.71 ± 1.18 AB                         |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG    | 19.00 ± 0.07                                   | 22.40 ± 1.51                                   | 20.70 ± 0.79 AB                         |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG    | 20.62 ± 0.58                                   | 27.60 ± 1.49                                   | 24.11 ± 1.01 A                          |
| <b>Ortalama</b>               | 11.31 ± 6.32 B*                                | 14.54 ± 7.81 A                                 |                                         |
| Uygulamalar                   | 1. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | 2. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | Yıllar<br>Ortalaması                    |
| Kontrol                       | 4.00 ± 1.92 <sup>öd</sup>                      | 5.58 ± 2.26                                    | 4.79 ± 2.06 D*                          |
| Kimyasal Gübre (KG)           | 9.32 ± 5.47                                    | 11.09 ± 5.46                                   | 10.21 ± 5.43 CD                         |
| Biyokömür 100kg/da+KG         | 11.31 ± 4.15                                   | 15.27 ± 6.02                                   | 13.29 ± 5.08 C                          |
| Biyokömür 200kg/da+KG         | 13.16 ± 3.32                                   | 19.40 ± 6.95                                   | 16.28 ± 5.13 BC                         |
| Biyokömür 300kg/da+KG         | 14.08 ± 3.37                                   | 23.26 ± 8.35                                   | 18.64 ± 5.85 BC                         |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG    | 17.79 ± 2.63                                   | 27.26 ± 10.28                                  | 22.53 ± 6.45 B                          |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG    | 19.83 ± 0.97                                   | 31.47 ± 10.01                                  | 25.65 ± 5.45 B                          |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG    | 21.64 ± 1.22                                   | 35.89 ± 9.22                                   | 28.77 ± 5.19 A                          |
| <b>Ortalama</b>               | 13.89 ± 6.24 B*                                | 21.15 ± 12.10 A                                |                                         |

\*:  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemli, öd: İstatistiksel olarak önemli değil, veriler ± standart hata olarak ifade edilmiştir.

Çalışmada, elde edilen bitki yaş ağırlığı değerleri 31.96 - 422.83 g arasında ve bitki kuru ağırlığından elde edilen değerler ise 2.37 - 44.19 g arasında yer almaktadır. Her iki parametrede de uygulanan uygulamalarda benzer sonuçların olduğu görülmüştür. En düşük değer elde edildiği uygulama kontrol uygulaması, en yüksek değer elde edildiği uygulama ise çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre uygulaması olarak belirlenmiştir. Biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre uygulamasının çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal

gübre uygulamasına yakın değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Kimyasal gübre uygulamasının ise biyokömür 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlerinin olduğu tespit edilmiştir. Çalışmadaki gübre uygulamalarının kontrol grubuna göre artış gösterdiği ve daha önceki çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir. Ispanak yetiştiriciliğine çiftlik gübresi kullanılmasının etkisi incelenen bir çalışmada, bitki yaş ve kuru ağırlığı değerlerinin çiftlik gübresi uygulamasının, kontrol ve kimyasal gübre uygulamalarına göre yüksek değerlerin olduğu saptanmıştır. Benzer olarak yapılan çalışmada elde edilen en yüksek bitki yaş ve kuru ağırlığı değerlerinin çiftlik gübresi uygulamalarının olduğu belirlenmiştir (Sato ve ark., 2010). Ispanak bitkisinde çiftlik gübresi ve vermikompostun etkilerini incelenen bir çalışmada, kontrole göre çiftlik gübresi ve vermikompostun bitki yaş ve kuru ağırlığında artışların olduğu ve en yüksek değerlerin olduğu uygulamanın çiftlik gübresi olduğu tespit etmişlerdir (Çıtak ve ark., 2011). Benzer bir çalışmada ıspanak bitkisinde tavuk gübresinin etkisine bakılmış ve bitki yaş ve kuru ağırlığında kontrol grubuna göre önemli oranda artışların olduğu belirlenmiştir (Mufwanzala ve Dikinya, 2010). Ispanak yetiştiriciliğinde inek gübresi ve kimyasal gübre birlikte kullanılmasıyla yapılan başka bir çalışmada elde edilen en yüksek bitki yaş ve kuru ağırlığı değerlerinin inek gübresi ile kimyasal gübrenin birlikte uygulandığı uygulamadan elde edilmiştir (Roy ve ark., 2009). İnorganik ve organik gübrenin (çiftlik gübresi) ıspanak bitkisinin büyüme ve gelişmesine etkileri incelenen bir çalışmada en yüksek bitki yaş ve kuru ağırlığı değerlerinin inorganik gübre ile çiftlik gübresinin beraber uygulandığı uygulamada olduğu belirlenmiştir (Jakhro ve ark., 2017). Ispanakta yapılan başka çalışmalarda, vermikompostun ıspanak büyüme ve gelişmesine etkisi incelenmiş ve vermikompostun kontrole göre ıspanakta bitki yaş ve kuru ağırlığını artırdığını bildirmişlerdir (Özkan ve ark., 2016; Xu ve Mou, 2016). Ispanağa vermikompost (organik gübre) ve karaizopot (biyokömür) gübrelerinin bitki gelişimine etkisini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, uygulamalar; %0 (kontrol), %1, %5, %10 ve %20 (vermikompost) ve %1, %5, %10 ve %20 (karaizopot gübresi) olarak çalışılmıştır. Ispanak yetiştiriciliğinde en yüksek bitki yaş ve kuru ağırlık değerlerinin organik gübrede (%20 vermikompost) olduğu belirlenmiştir. Ispanak yetiştiriciliğine biyokömür kullanılmasının organik gübreye alternatif olarak kullanılabileceği saptanmıştır (Toksoy, 2019). Çalışmamızda elde edilen bitki yaş ve kuru ağırlığı değerleri literatürde belirtilen bulgular ile genelde uyumlu olduğu gözlenmektedir.

#### 4.1.3. Bitki boyu

Bitki boyuna biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının etkisi Çizelge 4.3’de belirtilmiştir. Bitki boyuna, gübre uygulamaları ve dönem ve gübre uygulamaları arasındaki farklar istatistiki açıdan ( $P \leq 0.05$ ) önemli bulunmuştur. Dönem x gübre uygulamaları interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunamamıştır. Gübrelemenin bitki boyuna etkisine bakılacak olursa, birinci yıl ve ikinci yıl sonbahar dönemi en yüksek değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (42.83 cm) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (13.67 cm) elde edilen uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde birinci yıl ve ikinci yıl ilkbahar döneminde bitki boyunda en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (31.67 cm) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (6.00 cm) elde edilen uygulamanın ise kontrol uygulaması olarak belirlenmiştir. Yıllar ortalamaları değerlendirecek olursa, en yüksek bitki boyu ortalama değerin olduğu uygulama çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (37.25 cm) ve en düşük değerin (9.83 cm) olduğu uygulama ise kontrol uygulaması olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Her dönemde benzer şekilde yüksek değerlerin olduğu uygulamalar sırasıyla; çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre, çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre, biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre, biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre, biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre ve kimyasal gübre uygulamaları takip etmiştir.

İki yıl boyunca sonbahar dönemi ve ilkbahar dönemi yetiştiriciliği yapılan ıspanağın bitki boyu incelenecek olursa, birinci yıl sonbahar dönemi bitkilerin boyu ortalaması 27.17 cm olurken, ikinci yıl sonbahar dönemi bitki boyu ortalama 34.13 cm olmuştur. Birinci yıl ilkbahar dönemi bitkilerin bitki boyu ortalama 17.70 cm olurken, ikinci yıl ilkbahar dönemi ortalaması 20.92 cm olmuştur. Birinci yıl (sonbahar dönemi + ilkbahar dönemi) bitki boyu ortalamaları 22.43 cm olurken, ikinci yıl (sonbahar dönemi + ilkbahar dönemi) ortalama 27.52 cm olmuştur. Böylelikle ikinci yıl elde edilen bitki boyu ortalama değerlerin, birinci yıla göre daha yüksek olduğu göze çarpmaktadır. Birinci yıl ve ikinci yıl sonbahar dönemi ile birinci yıl ve ikinci yıl ilkbahar dönemi bitki boyu değerleri değerlendirilecek olursa, en yüksek değerlerin ikinci yıl sonbahar döneminde olduğu görülmüştür. Bunu birinci yıl sonbahar dönemi, ikinci yıl ilkbahar dönemi ve birinci yıl ilkbahar dönemi takip etmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının bitki boyuna etkisi

| Bitki boyu (cm)            |                                                |                                                |                                         |
|----------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Uygulamalar                | 1. Yıl (2020)<br>Sonbahar Dönemi               | 2. Yıl (2021)<br>Sonbahar Dönemi               | Sonbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                    | 13.00 ± 1.00 <sup>öd</sup>                     | 14.33 ± 0.58                                   | 13.67 ± 0.29 E*                         |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 16.33 ± 1.52                                   | 16.67 ± 1.15                                   | 16.50 ± 1.32 D                          |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 24.67 ± 1.52                                   | 31.00 ± 2.00                                   | 27.83 ± 0.76 C                          |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 27.33 ± 0.57                                   | 35.33 ± 2.52                                   | 31.33 ± 1.53 BC                         |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 30.67 ± 1.52                                   | 40.67 ± 1.53                                   | 35.67 ± 1.53 B                          |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 33.00 ± 2.00                                   | 42.00 ± 1.00                                   | 37.50 ± 0.87 B                          |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 34.67 ± 0.57                                   | 45.00 ± 1.00                                   | 39.83 ± 0.76 AB                         |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 37.66 ± 0.57                                   | 48.00 ± 1.00                                   | 42.83 ± 0.76 A                          |
| <b>Ortalama</b>            | <b>27.17 ± 8.43 B*</b>                         | <b>34.13 ± 12.17 A</b>                         |                                         |
| Uygulamalar                | 1. Yıl (2021)<br>İlkbahar Dönemi               | 2. Yıl (2022)<br>İlkbahar Dönemi               | İlkbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                    | 5.33 ± 0.57 <sup>öd</sup>                      | 6.67 ± 0.58                                    | 6.00 ± 0.58 D*                          |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 7.66 ± 0.57                                    | 11.33 ± 1.53                                   | 9.50 ± 0.87 D                           |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 13.32 ± 0.57                                   | 16.00 ± 1.00                                   | 14.67 ± 0.58 C                          |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 15.34 ± 0.57                                   | 18.67 ± 0.58                                   | 17.00 ± 0.50 BC                         |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 18.33 ± 0.57                                   | 24.00 ± 1.00                                   | 21.17 ± 0.76 B                          |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 24.66 ± 0.57                                   | 27.00 ± 1.00                                   | 25.83 ± 0.76 B                          |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 27.33 ± 0.57                                   | 30.00 ± 1.00                                   | 28.67 ± 0.76 AB                         |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 29.66 ± 0.57                                   | 33.67 ± 1.53                                   | 31.67 ± 0.76 A                          |
| <b>Ortalama</b>            | <b>17.70 ± 8.58 B*</b>                         | <b>20.92 ± 9.01 A</b>                          |                                         |
| Uygulamalar                | 1. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | 2. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | Yıllar<br>Ortalaması                    |
| Kontrol                    | 9.16 ± 4.26 <sup>öd</sup>                      | 10.50 ± 4.23                                   | 9.83 ± 4.20 E*                          |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 12.00 ± 4.85                                   | 14.00 ± 3.16                                   | 13.00 ± 3.96 D                          |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 19.00 ± 6.29                                   | 23.50 ± 8.34                                   | 21.25 ± 7.24 C                          |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 21.33 ± 6.59                                   | 27.00 ± 9.27                                   | 24.17 ± 7.92 BC                         |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 24.50 ± 6.83                                   | 32.33 ± 9.20                                   | 28.42 ± 8.02 B                          |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 28.83 ± 4.75                                   | 34.50 ± 8.26                                   | 31.67 ± 6.43 B                          |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 31.00 ± 4.04                                   | 37.50 ± 8.26                                   | 34.25 ± 6.15 AB                         |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 33.66 ± 4.41                                   | 40.83 ± 7.94                                   | 37.25 ± 6.15 A                          |
| <b>Ortalama</b>            | <b>22.43 ± 9.68 B*</b>                         | <b>27.52 ± 12.52 A</b>                         |                                         |

\*:  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemli, öd: İstatistiksel olarak önemli değil, veriler ± standart hata olarak ifade edilmiştir.

Çalışmada, elde edilen bitki boyu değerleri 5.33 - 48.00 cm arasında yer almaktadır. En düşük değer elde edildiği uygulama kontrol uygulaması, en yüksek değerin elde edildiği uygulama ise çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre uygulaması olarak belirlenmiştir. Biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre uygulamasının çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Kimyasal gübre uygulamasının ise biyokömür 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına

yakın değerlerinin olduğu tespit edilmiştir. Çalışmadaki gübre uygulamalarının kontrol grubuna göre artış gösterdiği ve daha önceki çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir. Ispanak bitkisinde çiftlik gübresi ve vermikompostun etkilerini incelenen bir çalışmada, kontrole göre çiftlik gübresi ve vermikompostun bitki boyunda artışların olduğu ve en yüksek değerlerin olduğu uygulamanın çiftlik gübresi olduğu tespit etmişlerdir (Çıtak ve ark., 2011). Ispanak yetiştiriciliğine çiftlik gübresi kullanılmasının etkisi incelenen bir çalışmada, bitki boyu değerlerinin çiftlik gübresi uygulamasının, kontrol ve kimyasal gübre uygulamalarına göre yüksek değerlerin olduğu saptanmıştır. Çalışmada elde edilen en yüksek bitki boyu değerlerinin çiftlik gübresi uygulamalarının olduğu belirlenmiştir (Sato ve ark., 2010). Benzer bir çalışmada ıspanak bitkisinde tavuk gübresinin etkisine bakılmış ve bitki boyunda kontrol grubuna göre önemli oranda artışların olduğu belirlenmiştir (Mufwanzala ve Dikinya, 2010). Arazi koşullarında yetiştirilen ıspanak bitkisine farklı organik gübrelerin ve kimyasal gübrenin verim ve kalite üzerine etkisi çalışılan bir çalışmada, sekiz farklı uygulama (kontrol, 5t/ha tavuk gübresi, 10t/ha inek gübresi, kimyasal gübre, 2t/ha tavuk gübresi + kimyasal gübre dozunun 1/2'si, 5t/ha inek gübresi + kimyasal gübre dozunun 1/2'si, 7.5t/ha inek gübresi + kimyasal gübre dozunun 1/3'ü ve 3t/ha tavuk gübresi + kimyasal gübre dozunun 1/3'ü olacak şekilde) uygulanmıştır. Uygulamalar sonunda, ıspanak bitkisine uygulanan 7.5 t/ha inek gübresi + kimyasal gübre dozunun 1/3'ü uygulama grubunun ıspanakta bitki boyunu arttırdığı gözlemlenmiştir. Çalışmada, inek gübresi ve tavuk gübresi ile kimyasal gübrenin birlikte uygulanmasının en yüksek bitki boyu sonuçların verdiği uygulamalar olduğu tespit edilmiştir (Roy ve ark., 2009). Ispanak bitkisine biyo-gübre (Piogen) ve kimyasal gübrenin büyüme ve gelişme üzerine etkisi incelenen başka bir çalışmada, 3 farklı dozda biyo-gübre (0, 1 ve 2 kg/feddan) ve 3 farklı dozda NPK kimyasal gübre (%30, 50 ve 70 gübre uygulanmıştır. 2 kg/feddan (4.2 da) biyo-gübre uygulanan grup, ıspanak bitkisinde, bitki boyunu önemli ölçüde attırmıştır. Ispanak bitkisinin büyüme ve gelişme özellikleri bakımından en iyi sonuçların olduğu uygulama grubun biyo-gübrenin 2 kg/feddan dozu olduğu tespit edilmiştir (Aisha ve ark., 2013). Bu çalışmada elde edilen bitki boyu değerlerinin de literatürde belirtilen bulgular ile genel olarak uyumlu olduğu gözlenmektedir.

#### 4.1.4. Bitki sayısı

Bitki sayısına biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının etkisi Çizelge 4.4’de belirtilmiştir. Bitki sayısı değerleri 4 m<sup>2</sup>’lik alandan elde edilmiştir. Gübre uygulamaları, dönem ve gübre uygulamaları arasındaki farklar ve dönem x gübre uygulamaları interaksyonu istatistiki açıdan ( $P \leq 0.05$ ) önemli bulunmuştur. Bitki sayısına gübrelemenin etkisi genel olarak olumlu olmuştur. Bitki sayısından elde edilen gübre değerleri incelenecek olursa, birinci yıl ve ikinci yıl sonbahar dönemi en yüksek bitki boyu ortalama değerinde elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (460.33 adet) uygulaması olduğu ve en düşük değerinde (136.50 adet) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (407.00 adet), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (333.17 adet), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (304.00 adet), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (273.50 adet), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (240.33 adet) ve kimyasal gübre (171.17 adet) uygulamaları takip etmiştir. Benzer şekilde birinci yıl ve ikinci yıl ilkbahar döneminde bitki sayısında en yüksek ortalama değerinde elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (213.17 adet) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerinde (48.33 adet) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (203.67 adet), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (176.00 adet), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (142.17 adet), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (114.17 adet), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (90.00 adet) ve kimyasal gübre (72.17 adet) takip etmiştir. Yıllar ortalamalarını değerlendirecek olursa, benzer şekilde en yüksek değerinde olduğu uygulama çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (336.75 adet) uygulaması ve en düşük değerinde (92.42 adet) olduğu uygulama ise kontrol uygulaması olarak belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (305.33 adet), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (254.58 adet), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (223.08 adet), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (193.83 adet), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (165.17 adet) ve kimyasal gübre (121.67 adet) uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının bitki sayısına etkisi

| Bitki Sayısı (adet/parsel) |                                                |                                                |                                         |
|----------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Uygulamalar                | 1. Yıl (2020)<br>Sonbahar Dönemi               | 2. Yıl (2021)<br>Sonbahar Dönemi               | Sonbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                    | 110.00 ± 1.00 e*                               | 163.00 ± 7.55 de                               | 136.50 ± 4.27 E*                        |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 156.00 ± 2.00 de                               | 186.33 ± 1.53 d                                | 171.17 ± 1.76 DE                        |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 227.66 ± 1.52 d                                | 253.00 ± 4.58 cd                               | 240.33 ± 2.75 D                         |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 268.00 ± 2.00 cd                               | 279.00 ± 2.65 c                                | 273.50 ± 2.18 CD                        |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 295.00 ± 3.60 c                                | 313.00 ± 6.25 bc                               | 304.00 ± 3.61 C                         |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 321.00 ± 1.00 d                                | 345.33 ± 7.57 b                                | 333.17 ± 3.88 C                         |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 399.33 ± 1.52 b                                | 414.67 ± 6.51 ab                               | 407.00 ± 4.00 B                         |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 442.00 ± 10.58 ab                              | 478.67 ± 7.77 a                                | 460.33 ± 3.01 A                         |
| <b>Ortalama</b>            | <b>277.37 ± 108.09 B*</b>                      | <b>304.13 ± 103.22 A</b>                       |                                         |
| Uygulamalar                | 1. Yıl (2021)<br>İlkbahar Dönemi               | 2. Yıl (2022)<br>İlkbahar Dönemi               | İlkbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                    | 39.66 ± 1.52 de*                               | 57.00 ± 4.58 de                                | 48.33 ± 2.52 CD*                        |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 64.66 ± 3.51 de                                | 79.67 ± 8.02 de                                | 72.17 ± 5.75 C                          |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 87.66 ± 1.52 d                                 | 92.33 ± 6.51 d                                 | 90.00 ± 3.77 C                          |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 105.33 ± 3.05 c                                | 123.00 ± 7.00 c                                | 114.17 ± 5.01 B                         |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 135.00 ± 1.00 c                                | 149.33 ± 4.51 bc                               | 142.17 ± 2.02 AB                        |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 169.33 ± 0.57 ab                               | 182.67 ± 5.51 ab                               | 176.00 ± 2.65 AB                        |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 197.66 ± 1.52 ab                               | 209.67 ± 1.15 a                                | 203.67 ± 1.26 A                         |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 207.66 ± 1.52 a                                | 218.67 ± 2.52 a                                | 213.17 ± 1.89 A                         |
| <b>Ortalama</b>            | <b>125.87 ± 59.23 B*</b>                       | <b>139.04 ± 58.45 A</b>                        |                                         |
| Uygulamalar                | 1. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | 2. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | Yıllar<br>Ortalaması                    |
| Kontrol                    | 74.83 ± 38.54 d*                               | 110.00 ± 58.33 d                               | 92.42 ± 48.39 D*                        |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 110.33 ± 50.09 cd                              | 133.00 ± 58.65 cd                              | 121.67 ± 54.36 CD                       |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 157.66 ± 76.69 c                               | 172.67 ± 88.14 c                               | 165.17 ± 82.39 C                        |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 186.66 ± 89.12 c                               | 201.00 ± 85.58 bc                              | 193.83 ± 87.34 C                        |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 215.00 ± 87.66 bc                              | 231.17 ± 89.78 b                               | 223.08 ± 88.68 BC                       |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 245.16 ± 83.07 b                               | 264.00 ± 89.29 ab                              | 254.58 ± 86.14 B                        |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 298.50 ± 110.46 ab                             | 312.17 ± 112.36 ab                             | 305.33 ± 111.40 B                       |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 324.83 ± 128.52 a                              | 348.67 ± 142.50 a                              | 336.75 ± 135.40 A                       |
| <b>Ortalama</b>            | <b>201.62 ± 115.30 B*</b>                      | <b>221.58 ± 117.66 A</b>                       |                                         |

\*: P≤0.05 düzeyinde önemli, öd: İstatistiksel olarak önemli değil, veriler ± standart hata olarak ifade edilmiştir.

İki yıl boyunca sonbahar dönemi ve ilkbahar dönemi yetiştiriciliği yapılan ıspanak bitki sayısı incelenecek olursa, birinci yıl sonbahar dönemi bitkilerin sayısı ortalama 277.37 adet olurken, ikinci yıl sonbahar dönemi ortalaması 304.13 adet olmuştur. Birinci yıl ilkbahar dönemi bitkilerin bitki sayısı ortalama 125.87 adet olurken, ikinci yıl ilkbahar dönemi ortalaması bitki sayısı 139.04 adet olmuştur. Birinci yıl (sonbahar dönemi + ilkbahar dönemi) bitki sayısı ortalamaları 201.62 adet olurken, ikinci yıl (sonbahar dönemi + ilkbahar dönemi) ortalama 221.58 adet olmuştur. Böylelikle ikinci yıl elde

edilen bitki sayısı ortalama değerlerin, birinci yıla göre daha yüksek olduğu gözle çarpılmaktadır (Çizelge 4.4). Birinci yıl sonbahar dönemi bitki sayısı ortalama 110.00 - 442.00 adet ve ikinci yıl sonbahar dönemi ortalama 163.00 - 478.67 adet arasında olduğu belirlenmiştir. Birinci yıl ilkbahar dönemi bitki sayısı ortalama 39.66 - 207.66 adet arasında, ikinci yıl ilkbahar dönemi ortalama 57.00 - 218.67 adet aralığında yer almıştır. Birinci yıl ve ikinci yıl sonbahar dönemi ile birinci yıl ve ikinci yıl ilkbahar dönemi bitki sayısı değerleri değerlendirilecek olursa, en yüksek değerlerin ikinci yıl sonbahar döneminde olduğu görülmüştür. Bunu birinci yıl sonbahar dönemi, ikinci yıl ilkbahar dönemi ve birinci yıl ilkbahar dönemi takip etmiştir (Çizelge 4.4). Burada hem iklimsel veriler hem de birinci yıl yapılan gübrelemenin depozit etkisinin olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla birinci yıl yapılan gübrenin de etkisiyle ikinci yıl değerleri daha yüksek çıkmaktadır.

Çalışmada, elde edilen bitki sayısı değerleri 39.66 - 478.67 adet arasında yer almaktadır. En düşük değerin elde edildiği uygulama kontrol uygulaması, en yüksek değerin elde edildiği uygulama ise çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre uygulaması olarak belirlenmiştir. Biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre uygulamasının çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Kimyasal gübre uygulamasının ise biyokömür 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlerinin olduğu tespit edilmiştir. Çalışmadaki gübre uygulamalarının kontrol grubuna göre artış gösterdiği ve daha önceki çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir. Ispanakta yapılan bir çalışmada, vermikompostun ıspanak büyüme ve gelişmesine etkisi incelenmiş ve vermikompostun kontrole göre ıspanakta bitki sayısını artırdığı bildirilmiştir (Xu ve Mou, 2016). Ispanak yetiştiriciliğinde inek gübresi ve kimyasal gübre birlikte kullanılmasıyla yapılan başka bir çalışmada elde edilen en yüksek bitki sayısı değerlerinin inek gübresi ile kimyasal gübrenin birlikte uygulandığı uygulamadan elde edilmiştir (Roy ve ark., 2009). İnorganik (NPK) ve organik gübrenin (çiftlik gübresi) ıspanak bitkisinin büyüme ve gelişmesine etkileri incelenen bir çalışmada en yüksek bitki sayısı değerlerinin inorganik gübre ile çiftlik gübresinin beraber uygulandığı uygulamada olduğu belirlenmiştir (Jakhro ve ark., 2017). Yine benzer bir çalışmada ıspanak bitkisinde tavuk gübresinin etkisine bakılmış ve bitki sayısında kontrol grubuna göre önemli oranda artışların olduğu belirlenmiştir (Mufwanzala ve Dikinya, 2010). Ispanağın büyüme ve gelişmesine organik gübrelerin etkileri incelenen başka bir

çalışmada, koyun gübresi kompostu, koyun gübresi vermikompostu, mantar kompostu, mantar vermikompostu, inek gübresi kompostu ve inek gübresi vermikompostu gibi tamamen organik materyaller kullanılmıştır. Organik materyaller iki farklı doz (%8 ve %12) olarak uygulanmıştır. Uygulamalar sonunda elde edilen değerlere göre %12 inek gübresi vermikompostunda en yüksek bitki sayısı elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre organik gübrelemenin ıspanak yetiştirici üzerine olumlu etkilerinin olduğu büyüme ve gelişmesinde önemli rol oynadığı tespit edilmiştir (Jafarpour ve Rahimzadeh, 2015). Çalışmamızda elde edilen bitki sayısı değerlerinin literatürde belirtilen bulgular ile genel olarak uyumlu olduğu gözlenmektedir.

#### 4.1.5. Yaprak kalınlığı

Yaprak kalınlığına biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının etkisi Çizelge 4.5’de belirtilmiştir. Yaprak kalınlığı değerleri irdelenecek olursa, gübre uygulamaları arasındaki farklar istatistiki açıdan ( $P \leq 0.05$ ) önemli bulunmuştur. Elde edilen yaprak kalınlığı değerlerinde farklar olmasına rağmen, dönem ve dönem x gübre uygulamaları interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Birinci yıl ve ikinci yıl sonbahar dönemi en yüksek yaprak kalınlığı değerini elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (0.64 mm) uygulamasının olduğu ve en düşük değeri (0.29 mm) elde edilen uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde birinci yıl ve ikinci yıl ilkbahar dönemi en yüksek yaprak kalınlığı değerini elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (0.52 mm) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değeri (0.22 mm) elde edilen uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Yıllar ortalamalarını yaprak kalınlığına etkisine bakılacak olursa, en yüksek yaprak kalınlığı değerini elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (0.58 mm) ve en düşük değeri (0.25 mm) elde edilen uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (0.55 mm), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (0.50 mm), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (0.46 mm), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (0.42 mm), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (0.36 mm) ve kimyasal gübre (0.29 mm) uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının yaprak kalınlığına etkisi

| Yaprak Kalınlığı (mm)      |                                                |                                                |                                         |
|----------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Uygulamalar                | 1. Yıl (2020)<br>Sonbahar Dönemi               | 2. Yıl (2021)<br>Sonbahar Dönemi               | Sonbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                    | 0.26 ± 0.01 <sup>öd</sup>                      | 0.33 ± 0.02                                    | 0.29 ± 0.01 E*                          |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 0.31 ± 0.01                                    | 0.36 ± 0.02                                    | 0.34 ± 0.01 D                           |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 0.43 ± 0.02                                    | 0.46 ± 0.03                                    | 0.45 ± 0.00 C                           |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 0.49 ± 0.01                                    | 0.56 ± 0.02                                    | 0.53 ± 0.01 BC                          |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 0.51 ± 0.05                                    | 0.59 ± 0.01                                    | 0.55 ± 0.00 BC                          |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 0.54 ± 0.01                                    | 0.62 ± 0.01                                    | 0.58 ± 0.01 B                           |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 0.58 ± 0.05                                    | 0.64 ± 0.01                                    | 0.62 ± 0.00 AB                          |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 0.61 ± 0.01                                    | 0.67 ± 0.01                                    | 0.64 ± 0.00 A                           |
| <b>Ortalama</b>            | 0.46 ± 0.12 <sup>öd</sup>                      | 0.53 ± 0.12                                    |                                         |
| Uygulamalar                | 1. Yıl (2021)<br>İlkbahar Dönemi               | 2. Yıl (2022)<br>İlkbahar Dönemi               | İlkbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                    | 0.17 ± 0.05 <sup>öd</sup>                      | 0.25 ± 0.04                                    | 0.22 ± 0.02 D*                          |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 0.20 ± 0.05                                    | 0.29 ± 0.02                                    | 0.25 ± 0.01 D                           |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 0.23 ± 0.01                                    | 0.30 ± 0.02                                    | 0.27 ± 0.01 C                           |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 0.30 ± 0.01                                    | 0.32 ± 0.01                                    | 0.31 ± 0.01 C                           |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 0.36 ± 0.01                                    | 0.37 ± 0.02                                    | 0.36 ± 0.01 C                           |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 0.41 ± 0.01                                    | 0.44 ± 0.04                                    | 0.43 ± 0.02 B                           |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 0.44 ± 0.04                                    | 0.51 ± 0.02                                    | 0.48 ± 0.02 AB                          |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 0.50 ± 0.01                                    | 0.53 ± 0.01                                    | 0.52 ± 0.01 A                           |
| <b>Ortalama</b>            | 0.32 ± 0.11 <sup>öd</sup>                      | 0.38 ± 0.10                                    |                                         |
| Uygulamalar                | 1. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | 2. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | Yıllar<br>Ortalaması                    |
| Kontrol                    | 0.21 ± 0.04 <sup>öd</sup>                      | 0.29 ± 0.05                                    | 0.25 ± 0.04 D*                          |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 0.25 ± 0.05                                    | 0.33 ± 0.04                                    | 0.29 ± 0.05 CD                          |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 0.33 ± 0.11                                    | 0.38 ± 0.09                                    | 0.36 ± 0.10 C                           |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 0.39 ± 0.10                                    | 0.44 ± 0.13                                    | 0.42 ± 0.12 BC                          |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 0.43 ± 0.08                                    | 0.48 ± 0.12                                    | 0.46 ± 0.10 B                           |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 0.47 ± 0.07                                    | 0.53 ± 0.10                                    | 0.50 ± 0.09 B                           |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 0.51 ± 0.08                                    | 0.58 ± 0.08                                    | 0.55 ± 0.08 A                           |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 0.55 ± 0.05                                    | 0.60 ± 0.08                                    | 0.58 ± 0.07 A                           |
| <b>Ortalama</b>            | 0.39 ± 0.13 <sup>öd</sup>                      | 0.45 ± 0.14                                    |                                         |

\*:  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemli, öd: İstatistiksel olarak önemli değil, veriler  $\pm$  standart hata olarak ifade edilmiştir.

Dönem faktörleri incelendiğinde, birinci yıl sonbahar dönemi bitkilerin yaprak kalınlığı ortalaması 0.46 mm olurken, ikinci yıl sonbahar dönemi ortalama 0.53 mm olmuştur. Birinci yıl ilkbahar dönemi yaprak kalınlığı ortalama 0.32 mm olurken, ikinci yıl ilkbahar dönemi ortalama 0.38 mm olmuştur. Birinci yıl (sonbahar dönemi + ilkbahar dönemi) yaprak kalınlığı ortalamaları 0.39 mm olurken, ikinci yıl (sonbahar dönemi + ilkbahar dönemi) ortalama 0.45 mm olmuştur. Böylelikle ikinci yıl elde edilen bitkilerin

yaprak kalınlığı değerlerinin, birinci yıla göre daha yüksek olduğu göze çarpmaktadır. Yaprak kalınlığı değerlerine göre en yüksek değerlerin olduğu dönem ikinci yıl sonbahar dönemi olarak öne çıkmaktadır. Bunu birinci yıl sonbahar dönemi, ikinci yıl ilkbahar dönemi ve birinci yıl ilkbahar dönemi takip etmiştir (Çizelge 4.5). Burada hem iklimsel veriler hem de birincil yıl yapılan gübrelemenin depozit etkisinin olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla birinci yıl yapılan gübrenin de etkisiyle ikinci yıl değerleri daha yüksek çıkmaktadır.

Çalışmada, elde edilen yaprak kalınlığı değerleri 0.17 - 0.67 mm arasında yer almaktadır. En düşük değerin elde edildiği uygulama kontrol uygulaması, en yüksek değerin elde edildiği uygulama ise çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre uygulaması olarak belirlenmiştir. Biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre uygulamasının çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Kimyasal gübre uygulamasının ise biyokömür 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlerinin olduğu tespit edilmiştir. Çalışmadaki gübre uygulamalarının kontrol grubuna göre artış gösterdiği ve daha önceki çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir. Ispanakta (Catrina F1 çeşidi) vermikompostun verime etkisine bakılmak amacıyla yaptıkları bir çalışmada, vermikompost (0, 1, 2, 3, 4 ve 5 ton/da) uygulamalarında yaprak kalınlığının kontrole göre daha yüksek olduğu belirtilmektedir. En yüksek yaprak kalınlığı değerlerinin vermikompost 5 ton/da uygulamasında olduğu tespit edilmiştir (Özkan ve ark., 2016). Ispanak bitki büyümesi üzerine inorganik (kimyasal gübre) ve organik gübrelerin (kan unu, ahır gübresi ve tavuk gübresi) etkileri incelenen başka bir çalışmada kontrole göre, en yüksek yaprak kalınlığı değerlerinin, ahır gübresi ile kimyasal gübrenin birlikte uygulandığı uygulamadan elde edildiği belirlenmiştir (Citak ve Sonmez, 2010). Bitki materyali olarak ıspanak (Matador çeşidi) kullanılan başka bir çalışmada, gübre olarak farklı oranlarda organik çay atıkları ve yanmış ahır gübresi kullanılmıştır. Yetiştirme ortamı olarak ise toprak ve perlit kullanılmıştır. Kullanılan farklı organik materyallerin ıspanak bitkisinde verim ve kalite üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonunda çay ve gübre karışımı ortamın en yüksek yaprak kalınlığı değerlerinin olduğu uygulama olarak öne çıkmıştır (Karataş ve Büyükdinç, 2016). Mevcut tez çalışmasında elde edilen yaprak kalınlığı değerlerinin literatürde belirtilen bulgular ile genel olarak uyumlu olduğu gözlenmektedir.

#### 4.1.6. Yaprak sayısı

İki yıl boyunca farklı dönemlerde yetiştiriciliği yapılan ıspanak bitkisinin yaprak sayısına biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının etkisi Çizelge 4.6'da belirtilmiştir. Gübre uygulamalarının yaprak sayısına etkisi istatistiki açıdan ( $P \leq 0.05$ ) önemli bulunmuştur. Dönem ve gübre uygulamaları arasındaki farklar ve dönem x gübre uygulamaları interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Yaprak sayısına gübrelemenin etkisi irdelenecek olursa, birinci yıl ve ikinci yıl sonbahar dönemi en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (23.50 adet) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (9.00 adet) elde edilen uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (21.00 adet), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (18.17 adet), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (15.83 adet), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (14.17 adet), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (12.67 adet) ve kimyasal gübre (10.67 adet) uygulamaları takip etmiştir. Benzer şekilde birinci yıl ve ikinci yıl ilkbahar döneminde en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (18.67 adet) uygulaması olduğu ve en düşük değerin (5.67 adet) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (17.33 adet), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (15.50 adet), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (14.33 adet), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (11.83 adet), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (8.83 adet) ve kimyasal gübre (6.83 adet) uygulamaları takip etmiştir. Yıllar ortalamaları değerlendirecek olursa, en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (21.08 adet) uygulaması olduğu ve en düşük değerin (7.33 adet) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (19.17 adet), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (16.83 adet), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (15.08 adet), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (13.00 adet), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (10.75 adet) ve kimyasal gübre (8.75 adet) uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 4.6). Gübre uygulamalarında ıspanak yaprak sayısı kontrole kıyasla önemli ölçüde artmıştır.

Dönem faktörlerinin yaprak sayısı etkisine bakıldığında, birinci yıl sonbahar dönemi bitkilerin yaprak sayısı ortalama 14.66 adet olurken, ikinci yıl sonbahar dönemi

ortalama 16.58 olmuştur. Birinci yıl ilkbahar dönemi yaprak sayısı ortalama 11.83 adet olurken, ikinci yıl ilkbahar dönemi ortalaması 12.92 adet olmuştur. Yaprak sayısında elde edilen değerlere göre en yüksek değerlerin olduğu dönemin ikinci yıl sonbahar dönemi olarak öne çıkmaktadır (Çizelge 4.6). Burada hem iklimsel veriler hem de birinci yıl yapılan gübrelemenin depozit etkisinin olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla birinci yıl yapılan gübrenin de etkisiyle ikinci yıl değerleri daha yüksek çıkmaktadır.

Çizelge 4.6. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının yaprak sayısına etkisi

| Yaprak Sayısı (adet)       |                                                |                                                |                                         |
|----------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Uygulamalar                | 1. Yıl (2020)<br>Sonbahar Dönemi               | 2. Yıl (2021)<br>Sonbahar Dönemi               | Sonbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                    | 7.66 ± 0.57 <sup>öd</sup>                      | 10.33 ± 0.58                                   | 9.00 ± 0.00 BC*                         |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 10.00 ± 1.00                                   | 11.33 ± 0.58                                   | 10.67 ± 0.58 BC                         |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 12.00 ± 1.00                                   | 13.33 ± 0.58                                   | 12.67 ± 0.58 B                          |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 13.66 ± 0.57                                   | 14.67 ± 0.58                                   | 14.17 ± 0.29 B                          |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 15.00 ± 1.00                                   | 16.67 ± 1.15                                   | 15.83 ± 1.04 B                          |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 17.00 ± 1.00                                   | 19.33 ± 0.58                                   | 18.17 ± 0.29 AB                         |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 20.00 ± 1.00                                   | 22.00 ± 1.00                                   | 21.00 ± 0.50 A                          |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 22.00 ± 1.00                                   | 25.00 ± 1.00                                   | 23.50 ± 1.00 A                          |
| <b>Ortalama</b>            | <b>14.66 ± 4.72<sup>öd</sup></b>               | <b>16.58 ± 5.00</b>                            |                                         |
| Uygulamalar                | 1. Yıl (2021)<br>İlkbahar Dönemi               | 2. Yıl (2022)<br>İlkbahar Dönemi               | İlkbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                    | 5.33 ± 0.57 <sup>öd</sup>                      | 6.00 ± 0.01                                    | 5.67 ± 0.29 BC*                         |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 6.66 ± 0.57                                    | 7.00 ± 0.01                                    | 6.83 ± 0.29 B                           |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 8.33 ± 0.57                                    | 9.33 ± 0.58                                    | 8.83 ± 0.29 B                           |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 11.00 ± 1.00                                   | 12.67 ± 0.58                                   | 11.83 ± 0.29 AB                         |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 13.66 ± 1.15                                   | 15.00 ± 1.00                                   | 14.33 ± 0.76 AB                         |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 15.00 ± 1.00                                   | 16.00 ± 1.00                                   | 15.50 ± 0.87 A                          |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 16.66 ± 1.15                                   | 18.00 ± 1.00                                   | 17.33 ± 0.29 A                          |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 18.00 ± 1.00                                   | 19.33 ± 0.58                                   | 18.67 ± 0.76 A                          |
| <b>Ortalama</b>            | <b>11.83 ± 4.58<sup>öd</sup></b>               | <b>12.92 ± 4.84</b>                            |                                         |
| Uygulamalar                | 1. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | 2. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | Yıllar<br>Ortalaması                    |
| Kontrol                    | 6.50 ± 1.37 <sup>öd</sup>                      | 8.17 ± 2.40                                    | 7.33 ± 1.83 BC*                         |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 8.33 ± 1.96                                    | 9.17 ± 2.40                                    | 8.75 ± 2.14 B                           |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 10.16 ± 2.13                                   | 11.33 ± 2.25                                   | 10.75 ± 2.14 B                          |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 12.33 ± 1.63                                   | 13.67 ± 1.21                                   | 13.00 ± 1.30 AB                         |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 14.33 ± 1.21                                   | 15.83 ± 1.33                                   | 15.08 ± 1.16 AB                         |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 16.00 ± 1.41                                   | 17.67 ± 1.97                                   | 16.83 ± 1.57 AB                         |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 18.33 ± 2.06                                   | 20.00 ± 2.37                                   | 19.17 ± 2.04 A                          |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 20.00 ± 2.36                                   | 22.17 ± 3.19                                   | 21.08 ± 2.76 A                          |
| <b>Ortalama</b>            | <b>13.25 ± 4.82<sup>öd</sup></b>               | <b>14.75 ± 5.21</b>                            |                                         |

\*: P≤0.05 düzeyinde önemli, öd: İstatistiksel olarak önemli değil, veriler ± standart hata olarak ifade edilmiştir.

Çalışmada, elde edilen yaprak sayısı değerleri 5.33 - 25.00 adet arasında yer almaktadır. En düşük değerin elde edildiği uygulama kontrol uygulaması, en yüksek değerin elde edildiği uygulama ise çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre uygulaması olarak belirlenmiştir. Biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre uygulamasının çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Kimyasal gübre uygulamasının ise biyokömür 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlerinin olduğu tespit edilmiştir. Çalışmadaki gübre uygulamalarının kontrol grubuna göre artış gösterdiği ve daha önceki çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir. Ispanak bitki gelişimine farklı organik gübrelerin etkisi incelenmiştir. Çalışmada, 2 farklı organik gübre (sığır gübresi ve at gübresi), 2 farklı altlık materyali (talaş ve saman), 2 farklı gübre dozu (30t/ha ve 60t/ha) ve gıda atık kompostu kullanılmıştır. Yaprak sayısından elde edilen en yüksek değerlerin samanlı at gübresinde (60t/ha) olduğu belirlenmiştir. Samanlı at gübresinin diğer uygulamalara göre ıspanak yaprak sayısını artırdığı saptanmıştır (Kovacs ve ark., 2016). Ispanağa kimyasal gübre ve organik gübrelerin (kan unu, ahır gübresi ve tavuk gübresi) etkileri incelenen başka bir çalışmada kontrole göre, en yüksek yaprak sayısı değerlerinin, ahır gübresi ile kimyasal gübrenin birlikte uygulandığı uygulamada olduğu saptanmıştır (Citak ve Sonmez, 2010). Ispanak bitkisine kum, toprak ve keçi gübresi karışımlarının büyüme ve gelişmesine etkisi bakılan bir çalışmada, farklı kum: toprak: keçi gübresi oranlarından oluşan 6 uygulama denenmiştir. Ispanakta, 1:1:2 karışımın diğer uygulamalara göre daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Elde edilen en yüksek yaprak sayısı 1:1:2 karışımının olduğu uygulamada saptanmıştır. Genel olarak keçi gübresinin uygulandığı uygulamalardan elde edilen değerlerin, kontrole göre daha yüksek olduğu bulunmuştur (Maila ve Mulaudzi, 2017). Mevcut tez çalışmasında elde edilen yaprak sayısı değerlerinin literatürde belirtilen bulgular ile uyumlu olduğu gözlenmektedir.

#### **4.1.7. Yaprak alanı**

Arazi koşullarında farklı dönemlerde yetiştiriciliği yapılan ıspanak bitkisinin yaprak alanına biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının etkisi Çizelge 4.7’de belirtilmiştir. Gübre uygulamalarının yaprak alanına etkisi istatistiki açıdan ( $P \leq 0.05$ ) önemli bulunmuştur. Dönem ve dönem x gübre uygulamaları interaksyonu istatistiki

olarak önemli bulunmamıştır. Yaprak alanına, gübre uygulamalarının etkisi genel olarak olumlu olmuştur. Birinci yıl ve ikinci yıl sonbahar dönemi en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (54.20 cm<sup>2</sup>/bitki) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (33.12 cm<sup>2</sup>/bitki) elde edilen uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Birinci yıl ve ikinci yıl ilkbahar dönemi en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (41.97 cm<sup>2</sup>/bitki) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (23.05 cm<sup>2</sup>/bitki) elde edilen uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Yıllar ortalamaları en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (48.09 cm<sup>2</sup>/bitki) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (28.08 cm<sup>2</sup>/bitki) elde edilen uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre, çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre, biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre, biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre, biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre ve kimyasal gübre uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 4.7).

Dönem faktörlerine göre yaprak alanı değerlerinde en yüksek ortalama değerlerin (47.26 cm<sup>2</sup>/bitki) olduğu dönemin ikinci yıl sonbahar dönemi olarak öne çıkmaktadır. Bunu birinci yıl sonbahar dönemi (41.83 cm<sup>2</sup>/bitki), ikinci yıl ilkbahar dönemi (36.40 cm<sup>2</sup>/bitki) ve birinci yıl ilkbahar dönemi (31.85 cm<sup>2</sup>/bitki) takip etmiştir (Çizelge 4.7). Burada hem iklimsel veriler hem de birincil yıl yapılan gübrelemenin depozit etkisinin olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla birinci yıl yapılan gübrenin de etkisiyle ikinci yıl değerleri daha yüksek çıkmaktadır.

Çizelge 4.7. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının yaprak alanına etkisi

| Yaprak Alanı (cm <sup>2</sup> /bitki) |                                                |                                                |                                         |
|---------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Uygulamalar                           | 1. Yıl (2020)<br>Sonbahar Dönemi               | 2. Yıl (2021)<br>Sonbahar Dönemi               | Sonbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                               | 31.45 ± 0.17 <sup>öd</sup>                     | 34.79 ± 0.75                                   | 33.12 ± 0.46 C*                         |
| Kimyasal Gübre (KG)                   | 33.74 ± 0.65                                   | 37.96 ± 1.47                                   | 35.85 ± 1.00 C                          |
| Biyokömür 100kg/da+KG                 | 37.97 ± 1.77                                   | 42.10 ± 1.54                                   | 40.04 ± 1.65 BC                         |
| Biyokömür 200kg/da+KG                 | 41.58 ± 0.47                                   | 46.44 ± 0.98                                   | 44.01 ± 0.72 B                          |
| Biyokömür 300kg/da+KG                 | 44.49 ± 1.03                                   | 49.09 ± 0.99                                   | 46.79 ± 1.01 B                          |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG            | 47.17 ± 0.62                                   | 52.90 ± 1.31                                   | 50.04 ± 0.85 AB                         |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG            | 48.75 ± 0.20                                   | 55.93 ± 1.71                                   | 52.34 ± 0.94 A                          |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG            | 49.50 ± 0.48                                   | 58.90 ± 0.39                                   | 54.20 ± 0.43 A                          |
| <b>Ortalama</b>                       | 41.83 ± 6.60 <sup>öd</sup>                     | 47.26 ± 8.26                                   |                                         |
| Uygulamalar                           | 1. Yıl (2021)<br>İlkbahar Dönemi               | 2. Yıl (2022)<br>İlkbahar Dönemi               | İlkbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                               | 21.89 ± 0.69 <sup>öd</sup>                     | 24.20 ± 1.12                                   | 23.05 ± 0.37 C*                         |
| Kimyasal Gübre (KG)                   | 24.18 ± 1.01                                   | 28.66 ± 1.71                                   | 26.43 ± 1.26 BC                         |
| Biyokömür 100kg/da+KG                 | 29.94 ± 0.75                                   | 33.51 ± 1.30                                   | 31.73 ± 0.88 B                          |
| Biyokömür 200kg/da+KG                 | 32.54 ± 0.86                                   | 36.11 ± 0.86                                   | 34.33 ± 0.79 AB                         |
| Biyokömür 300kg/da+KG                 | 34.46 ± 0.82                                   | 38.74 ± 1.26                                   | 36.60 ± 0.76 AB                         |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG            | 35.96 ± 1.24                                   | 41.40 ± 0.79                                   | 38.68 ± 1.01 AB                         |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG            | 37.11 ± 0.60                                   | 43.39 ± 0.45                                   | 40.25 ± 0.19 A                          |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG            | 38.73 ± 0.22                                   | 45.20 ± 0.68                                   | 41.97 ± 0.38 A                          |
| <b>Ortalama</b>                       | 31.85 ± 5.87 <sup>öd</sup>                     | 36.40 ± 7.04                                   |                                         |
| Uygulamalar                           | 1. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | 2. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | Yıllar<br>Ortalaması                    |
| Kontrol                               | 26.67 ± 5.25 <sup>öd</sup>                     | 29.49 ± 5.86                                   | 28.08 ± 5.53 D*                         |
| Kimyasal Gübre (KG)                   | 28.96 ± 5.28                                   | 33.31 ± 5.29                                   | 31.14 ± 5.26 C                          |
| Biyokömür 100kg/da+KG                 | 33.95 ± 4.56                                   | 37.81 ± 4.88                                   | 35.88 ± 4.70 C                          |
| Biyokömür 200kg/da+KG                 | 37.06 ± 4.99                                   | 41.28 ± 5.71                                   | 39.17 ± 5.35 BC                         |
| Biyokömür 300kg/da+KG                 | 39.47 ± 5.55                                   | 43.92 ± 5.76                                   | 41.70 ± 5.64 B                          |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG            | 41.57 ± 6.20                                   | 47.15 ± 6.37                                   | 44.36 ± 6.28 B                          |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG            | 42.93 ± 6.39                                   | 49.66 ± 6.96                                   | 46.30 ± 6.65 AB                         |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG            | 44.12 ± 5.90                                   | 52.05 ± 7.52                                   | 48.09 ± 6.71 A                          |
| <b>Ortalama</b>                       | 36.84 ± 7.97 <sup>öd</sup>                     | 41.84 ± 9.37                                   |                                         |

\*: P≤0.05 düzeyinde önemli, öd: İstatistiksel olarak önemli değil, veriler ± standart hata olarak ifade edilmiştir.

Çalışmada, elde edilen yaprak alanı değerleri 21.89 - 58.90 (cm<sup>2</sup>/bitki) arasında yer almaktadır. En düşük değerin elde edildiği uygulama kontrol uygulaması, en yüksek değerin elde edildiği uygulama ise çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre uygulaması olarak belirlenmiştir. Biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre uygulamasının çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Kimyasal gübre uygulamasının ise biyokömür 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına

yakın değerlerinin olduğu tespit edilmiştir. Çalışmadaki gübre uygulamalarının kontrol grubuna göre artış gösterdiği ve daha önceki çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir. Ispanak bitkisine etkili mikroorganizmaların (EM), organik atıklar ve kimyasal gübre (NPK) ile birlikte kullanılmasının verim ve kalite üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırmada, uygulama olarak; kontrol, ahır gübresi (10 ton/ha), arıtma çamuru (20 ton/ha), kompost (0.7 ton/ha), tavuk gübresi (5 t/ha) ve NPK kimyasal gübresi (100:40:56 kg/ha) 6 farklı uygulama incelenmiştir. Her uygulama etkili mikroorganizma ile birlikte uygulanmıştır. Etkili mikroorganizma + arıtma çamuru yaprak alanında EM'nin olmadığı uygulamaya göre, önemli artışlar tespit edilmiştir. Organik gübrelerin kullanımı ıspanakta büyümeyi, gelişmeyi, verimi ve kaliteyi önemli ölçüde artırmıştır (Shaheen ve ark., 2017). Yürütülen başka bir araştırmada, toprağa farklı dozlarda uygulanan organik gübrelerin ıspanak bitkisinde verim ve kaliteye etkisi araştırılmıştır. Bitkisel materyal olarak ıspanak (Matador çeşidi) kullanılmıştır. Organik gübre olarak, ahır gübresi, mantar kompostu atığı ve çay atığı gibi 3 farklı organik gübre kullanılmıştır. Toprağa uygulanan bu organik gübreler 0, 2, 4 ve 6 ton/da olarak uygulanmıştır. Organik gübrelerin ıspanak bitkisinde yaprak alanında kontrole göre daha yüksek değerler elde edilmesini sağlamıştır. Gübreler arasında kontrole göre en yüksek yaprak alanı değerlerinin ahır gübresi uygulamalarında olduğu ve çay atığı ve mantar kompostu atığının ise ahır gübresine alternatif olarak kullanılabileceği tespit edilmiştir (Altuntas ve ark., 2018). Ispanağa vermikompost (organik gübre) ve karaizopot (biyokömür) gübrelerinin bitki gelişimine etkisini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, en yüksek yaprak alanı değerlerinin organik gübrede olduğu belirlenmiştir. Ispanak yetiştiriciliğine biyokömür kullanılmasının organik gübreye alternatif olarak kullanılabileceği saptanmıştır (Toksoy, 2019). Mevcut tez çalışmasında elde edilen yaprak alanı değerlerinin literatürde belirtilen sonuçlarla genel anlamda uyumlu olduğu gözlenmektedir.

#### 4.1.8. Gövde çapı

Çalışmada gövde çapına biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının etkisi Çizelge 4.8'de belirtilmiştir. Gübre uygulamalarının gövde çapına etkisi istatistiki açıdan ( $P \leq 0.05$ ) önemli bulunmuştur. Dönem ve dönem x gübre uygulamaları interaksyonu

istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Gübre uygulamalarının gövde çapına etkisi irdelenecek olursa, birinci yıl ve ikinci yıl sonbahar dönemi en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (11.96 mm) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (3.92 mm) elde edilen uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde birinci yıl ve ikinci yıl ilkbahar dönemi en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (6.71 mm) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (2.67 mm) elde edilen uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Yıllar ortalamalarını değerlendirecek olursa, en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (9.33 mm) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (3.29 mm) elde edilen uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre, çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre, biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre, biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre, biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre ve kimyasal gübre uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 4.8).

Dönem faktörlerinin gövde çapı değerleri irdelenecek olursa, en yüksek ortalama değerin olduğu dönem ikinci yıl sonbahar dönemi (9.34 mm) olmuştur. En düşük ortalama değerin olduğu dönem ise birinci yıl ilkbahar dönemi (4.10 mm) olarak öne çıkmaktadır. Yıllar arası bakılacak olursa, birinci yıl (sonbahar dönemi + ilkbahar dönemi) gövde çapı ortalama 5.65 mm olurken, ikinci yıl (sonbahar dönemi + ilkbahar dönemi) ortalaması 7.29 mm olmuştur. İkinci yılın, birinci yıla göre gövde çapı değerlerinde artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.8). Burada hem iklimsel veriler hem de birincil yıl yapılan gübrelemenin depozit etkisinin olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla birinci yıl yapılan gübrenin de etkisiyle ikinci yıl değerleri daha yüksek çıkmaktadır.

Çizelge 4.8. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının gövde çapı üzerine etkisi

| Gövde Çapı (mm)            |                                                |                                                |                                         |
|----------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Uygulamalar                | 1. Yıl (2020)<br>Sonbahar Dönemi               | 2. Yıl (2021)<br>Sonbahar Dönemi               | Sonbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                    | 3.44 ± 0.02 <sup>öd</sup>                      | 4.39 ± 0.07                                    | 3.92 ± 0.05 C*                          |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 3.97 ± 0.01                                    | 4.97 ± 0.01                                    | 4.47 ± 0.01 BC                          |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 6.26 ± 0.22                                    | 7.04 ± 0.88                                    | 6.65 ± 0.54 BC                          |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 7.53 ± 0.29                                    | 9.00 ± 0.80                                    | 8.27 ± 0.55 B                           |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 7.75 ± 0.46                                    | 10.66 ± 0.38                                   | 9.21 ± 0.41 AB                          |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 9.09 ± 0.07                                    | 11.52 ± 0.55                                   | 10.31 ± 0.31 A                          |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 9.57 ± 0.07                                    | 13.14 ± 0.86                                   | 11.36 ± 0.46 A                          |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 9.94 ± 0.04                                    | 13.97 ± 0.03                                   | 11.96 ± 0.03 A                          |
| Ortalama                   | 7.19 ± 2.36 <sup>öd</sup>                      | 9.34 ± 3.49                                    |                                         |
| Uygulamalar                | 1. Yıl (2021)<br>İlkbahar Dönemi               | 2. Yıl (2022)<br>İlkbahar Dönemi               | İlkbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                    | 2.13±0.02 <sup>öd</sup>                        | 3.20 ± 0.12                                    | 2.67 ± 0.06 C*                          |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 2.65±0.04                                      | 3.85 ± 0.21                                    | 3.25 ± 0.12 B                           |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 3.16±0.05                                      | 4.39 ± 0.08                                    | 3.78 ± 0.06 B                           |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 3.81±0.08                                      | 4.97 ± 0.09                                    | 4.39 ± 0.08 B                           |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 4.08±0.19                                      | 5.22 ± 0.18                                    | 4.65 ± 0.19 AB                          |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 5.29±0.16                                      | 5.94 ± 0.25                                    | 5.62 ± 0.13 AB                          |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 5.79±0.11                                      | 6.81 ± 0.20                                    | 6.30 ± 0.16 A                           |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 5.93±0.04                                      | 7.48 ± 0.11                                    | 6.71 ± 0.08 A                           |
| Ortalama                   | 4.10±1.38 <sup>öd</sup>                        | 5.23 ± 1.40                                    |                                         |
| Uygulamalar                | 1. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | 2. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | Yıllar<br>Ortalaması                    |
| Kontrol                    | 2.78 ± 0.71 <sup>öd</sup>                      | 3.80 ± 0.66                                    | 3.29 ± 0.69 C*                          |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 3.31 ± 0.72                                    | 4.41 ± 0.63                                    | 3.86 ± 0.67 C                           |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 4.71 ± 1.70                                    | 5.72 ± 1.55                                    | 5.21 ± 1.61 BC                          |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 5.67 ± 2.05                                    | 6.99 ± 2.26                                    | 6.33 ± 2.15 B                           |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 5.91 ± 2.03                                    | 7.94 ± 2.99                                    | 6.93 ± 2.51 B                           |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 7.19 ± 2.08                                    | 8.73 ± 3.08                                    | 7.96 ± 2.58 B                           |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 7.68 ± 2.07                                    | 9.97 ± 3.51                                    | 8.83 ± 2.79 AB                          |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 7.93 ± 2.19                                    | 10.73 ± 3.56                                   | 9.33 ± 2.88 A                           |
| Ortalama                   | 5.65 ± 2.47 <sup>öd</sup>                      | 7.29 ± 3.35                                    |                                         |

\*:  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemli, öd: İstatistiksel olarak önemli değil, veriler ± standart hata olarak ifade edilmiştir.

Çalışmada, gövde çapı değerleri 2.13 - 13.97 mm arasında yer almaktadır. En düşük değer elde edildiği uygulama kontrol uygulaması, en yüksek değer elde edildiği uygulama ise çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre uygulaması olarak belirlenmiştir. Biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre uygulamasının çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Kimyasal gübre uygulamasının ise biyokömür 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlerinin

olduğu tespit edilmiştir. Çalışmadaki gübre uygulamalarının kontrol grubuna göre artış gösterdiği ve daha önceki çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir. Ispanakta bitki gelişimine ahır gübresinin etkisi incelendiği bir çalışmada, en yüksek gövde çapı değerlerinin ahır gübresinde olduğu; en düşük gövde çapı değerlerinin ise kontrolde olduğu saptanmıştır (Çıtak ve ark., 2011). Ispanakta farklı organik kaynaklı gübre uygulamalarının bitki gelişimi üzerine etkisinin incelendiği başka bir çalışmada, gövde çapı değerleri incelenecek olursa, en yüksek gövde çapı çiftlik gübresinde (7.16 mm) olduğu, en düşük gövde çapı ise kontrolde (6.68 mm) olduğu belirlenmiştir (Yaman, 2019). Farklı dozda uygulanan leonardit ve vermicompostun ıspanakta verim ve kalite etkisi bakılan başka bir çalışmada, gövde çapını gübre uygulamaları, kontrole göre önemli oranda arttırmıştır (Yıldız, 2019). Çalışmamızda elde edilen gövde çapı değerlerinin literatürde belirtilen bulgular ile genel anlamda uyumlu olduğu gözlenmektedir.

#### 4.1.9. Sapa kalkma oranı

Ispanak bitkilerinin sapa kalkma oranına biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının etkisi Çizelge 4.9’da belirtilmiştir. Gübre uygulamalarının sapa kalkma oranına etkisi istatistiki açıdan ( $P \leq 0.05$ ) önemli bulunmuştur. Dönem ve gübre uygulamaları arasındaki farklar istatistiki olarak ( $P \leq 0.05$ ) önemli bulunmuştur. Dönem x gübre uygulamaları interaksyonu da istatistiki olarak ( $P \leq 0.05$ ) önemli bulunmuştur. Sapa kalkma oranına gübrelemenin etkisi irdelenecek olursa, birinci yıl ve ikinci yıl sonbahar döneminde sapa kalkma oranında en düşük ortalama değer elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (%1.00) uygulaması olduğu ve en yüksek ortalama değer (%13.88) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (%1.27), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (%2.02), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (%3.53), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (%4.20), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (%7.88) ve kimyasal gübre (%10.03) uygulamaları takip etmiştir. Benzer şekilde birinci yıl ve ikinci yıl ilkbahar dönemi en düşük ortalama değer elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (%5.85) uygulaması olduğu ve en yüksek değer (%26.35) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (%7.47), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre

(%9.53), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (%12.05), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (%14.13), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (%16.23) ve kimyasal gübre (%21.25) uygulamaları takip etmiştir. Yıllar ortalamalarını değerlendirecek olursa, sapa kalkma oranında en düşük ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (%3.43) uygulaması olduğu ve en yüksek değerin (%20.12) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (%4.37), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (%5.78), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (%7.79), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (%9.17), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (%12.06) ve kimyasal gübre (%15.64) uygulamaları takip etmiştir. Genel olarak tüm gübre uygulamaları arasında en iyi sonuçların elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre olarak öne çıkmaktadır (Çizelge 4.9).

Dönem faktörlerinin sapa kalkma oranına etkisine bakıldığında, birinci yıl ilkbahar dönemi bitkilerin sapa kalkma oranı ortalama %16.78 olurken, ikinci yıl ilkbahar dönemi ortalama %11.44 olmuştur. Birinci yıl sonbahar dönemi bitkilerin sapa kalkma oranı %6.87 olurken, ikinci yıl sonbahar dönemi ortalama %4.08 olmuştur. Birinci yıl (sonbahar dönemi + ilkbahar dönemi) sapa kalkma oranı ortalaması %11.82 olurken, ikinci yıl (sonbahar dönemi + ilkbahar dönemi) ortalama %7.76 olmuştur (Çizelge 4.9). İkinci yıl elde edilen sapa kalkma oranının, birinci yıla göre daha düşük olduğu öne çıkmaktadır. İlkbahar döneminin, sonbahar dönemine göre daha yüksek değerler verdiği belirlenmiştir. Sapa kalkma oranına göre en düşük değerlerin olduğu dönem ikinci yıl sonbahar dönemi olarak öne çıkmaktadır. Bunu birinci yıl ilkbahar dönemi, ikinci yıl ilkbahar dönemi ve birinci yıl ilkbahar dönemi takip etmiştir (Çizelge 4.9). Burada hem iklimsel veriler hem de birincil yıl yapılan gübrelemenin depozit etkisinin olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla birinci yıl yapılan gübrenin de etkisiyle ikinci yıl değerleri daha düşük çıkmaktadır.

Çizelge 4.9. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının sapa kalkma oranına etkisi

| Sapa Kalkma Oranı (%)      |                                                |                                                |                                         |
|----------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Uygulamalar                | 1. Yıl (2020)<br>Sonbahar Dönemi               | 2. Yıl (2021)<br>Sonbahar Dönemi               | Sonbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                    | 18.03 ± 0.02 a*                                | 9.73 ± 0.47 bc                                 | 13.88 ± 0.23 C*                         |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 12.50 ± 1.00 b                                 | 7.57 ± 0.35 c                                  | 10.03 ± 0.62 B                          |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 10.26 ± 0.15 bc                                | 5.50 ± 1.15 d                                  | 7.88 ± 0.58 B                           |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 4.76 ± 0.15 d                                  | 3.63 ± 0.25 de                                 | 4.20 ± 0.17 AB                          |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 4.40 ± 0.10 d                                  | 2.67 ± 0.21 e                                  | 3.53 ± 0.13 AB                          |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 2.30 ± 0.20 e                                  | 1.73 ± 0.15 ef                                 | 2.02 ± 0.14 AB                          |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 1.56 ± 0.41 ef                                 | 0.97 ± 0.12 f                                  | 1.27 ± 0.25 A                           |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 1.13 ± 0.05 ef                                 | 0.87 ± 0.06 f                                  | 1.00 ± 0.05 A                           |
| <b>Ortalama</b>            | <b>6.87 ± 5.83 A*</b>                          | <b>4.08 ± 3.13 B</b>                           |                                         |
| Uygulamalar                | 1. Yıl (2021)<br>İlkbahar Dönemi               | 2. Yıl (2022)<br>İlkbahar Dönemi               | İlkbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                    | 35.53 ± 0.28 a*                                | 17.17 ± 0.06 c                                 | 26.35 ± 0.17 E*                         |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 26.60 ± 0.20 b                                 | 15.90 ± 0.61 cd                                | 21.25 ± 0.40 D                          |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 18.60 ± 0.20 c                                 | 13.87 ± 0.58 d                                 | 16.23 ± 0.38 C                          |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 15.40 ± 0.20 d                                 | 12.87 ± 0.64 d                                 | 14.13 ± 0.32 C                          |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 13.50 ± 0.40 d                                 | 10.60 ± 0.78 de                                | 12.05 ± 0.45 BC                         |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 10.20 ± 0.10 de                                | 8.87 ± 0.49 e                                  | 9.53 ± 0.20 B                           |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 8.04 ± 0.02 e                                  | 6.90 ± 0.61 f                                  | 7.47 ± 0.31 AB                          |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 6.36 ± 0.12 f                                  | 5.33 ± 0.51 f                                  | 5.85 ± 0.19 A                           |
| <b>Ortalama</b>            | <b>16.78 ± 9.50 A*</b>                         | <b>11.44 ± 4.08 B</b>                          |                                         |
| Uygulamalar                | 1. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | 2. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | Yıllar<br>Ortalaması                    |
| Kontrol                    | 26.78 ± 9.58 a*                                | 13.45 ± 4.08 bc                                | 20.12 ± 6.83 D*                         |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 19.55 ± 7.74 b                                 | 11.73 ± 4.59 bc                                | 15.64 ± 6.16 C                          |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 14.43 ± 4.56 bc                                | 9.68 ± 4.65 c                                  | 12.06 ± 4.59 C                          |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 10.08 ± 5.82 c                                 | 8.25 ± 5.08 c                                  | 9.17 ± 5.45 BC                          |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 8.95 ± 4.99 c                                  | 6.63 ± 4.38 cd                                 | 7.79 ± 4.67 B                           |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 6.25 ± 4.32 cd                                 | 5.30 ± 3.92 d                                  | 5.78 ± 4.12 AB                          |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 4.80 ± 3.55 d                                  | 3.93 ± 3.27 de                                 | 4.37 ± 3.41 A                           |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 3.75 ± 2.86 de                                 | 3.10 ± 2.47 de                                 | 3.43 ± 2.66 A                           |
| <b>Ortalama</b>            | <b>11.82 ± 9.27 A*</b>                         | <b>7.76 ± 5.17 B</b>                           |                                         |

\*:  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemli, öd: İstatistiksel olarak önemli değil, veriler ± standart hata olarak ifade edilmiştir.

Çalışmada, sapa kalkma oranı %5.33 - 35.53 arasında yer almaktadır. En yüksek değerin elde edildiği uygulama kontrol uygulaması, en düşük değerin elde edildiği uygulama ise çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre uygulaması olarak belirlenmiştir. Biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre uygulamasının çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Kimyasal gübre uygulamasının ise biyokömür 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlerinin

olduğu tespit edilmiştir. Çalışmadaki gübre uygulamalarının kontrol grubuna göre azalış gösterdiği ve daha önceki çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir. Ispanakta, organik madde içeriği bakımında zengin olan topraklarda verim artmaktadır. Sıcaklık 20 °C'nin üzerine çıkmasıyla generatif döneme geçer ve çiçek sapı (sapa kalkma) oluşturmaya başlar. Ispanakta sapa kalkma istenilmeyen bir durumdur ve pazarlana bilirlik açısından istenilen bir durum değildir. Ispanak soğuk iklim sebzesidir. Ispanak bitkisi yüksek sıcaklığa maruz kalırsa sapa kalkma oranı artmaktadır (Sağlam, 2005). Van ekolojik koşullarında ıspanak üretimi için uygun ekim zamanlarının belirlenmesi amacıyla ilkbahar ve sonbahar döneminde iki yıl boyunca yapılan bir çalışmada, ıspanak bitkisinde her iki dönemde de sapa kalkma oranı sorunuyla karşılaşmıştır. Sonbahar döneminin, ilkbahar dönemine göre sapa kalkma oranının daha düşük olduğunu tespit etmişler. Ispanak ekim dönemi için en uygun dönemin sonbahar dönemi Ekim ayı olduğunu belirlemişlerdir (Şensoy ve ark., 2011). Arazi koşullarda sonbahar ve ilkbahar dönemi olmak üzere farklı dönemlerde ıspanak (Matador çeşidi) yetiştiriciliği yapılan başka bir çalışmada, iki farklı yetiştirme dönemi çalışılmış ve sonbahar döneminde tohum ekimi yapılan ıspanaktan elde edilen sapa kalkma oranının ilkbahar ekimine göre daha düşük olduğu belirlenmiştir (Tawfiq ve Al-Sahaf, 2017). Çalışmamızda elde edilen sapa kalkma oranları literatürde belirtilen bulgular ile uyumludur.

#### 4.1.10. Klorofil değeri

Ispanak bitkilerinin klorofil değerine biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının etkisi Çizelge 4.10'da belirtilmiştir. Gübre uygulamalarının klorofil değerine etkisi istatistiki açıdan ( $P \leq 0.05$ ) önemli bulunmuştur. Dönem ve gübre uygulamaları arasındaki farklar ve dönem x gübre uygulamaları interaksyonu istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Klorofil değerine gübrelemenin etkisine irdelenecek olursa, birinci yıl ve ikinci yıl sonbahar dönemi en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (63.82 SPAD) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (37.52 SPAD) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (40.70 SPAD), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (43.22 SPAD), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (49.82 SPAD), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (52.52

SPAD), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (58.82 SPAD) ve kimyasal gübre (61.57 SPAD) uygulamaları takip etmiştir. Benzer şekilde birinci yıl ve ikinci yıl sonbahar dönemi en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (57.90 SPAD) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (36.17 SPAD) elde edilen uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (38.42 SPAD), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (41.83 SPAD), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (45.43 SPAD), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (48.12 SPAD), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (52.97 SPAD) ve kimyasal gübre (56.37 SPAD) uygulamaları takip etmiştir. Yıllar ortalamalarını değerlendirecek olursa, klorofil değerinde en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (60.86 SPAD) uygulaması olduğu ve en düşük değerin (36.84 SPAD) elde edilen uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Genel olarak tüm gübre uygulamaları arasında elde edilen en yüksek klorofil değeri sonuçlarının olduğu uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre uygulaması olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.10).

Dönem faktörlerinin klorofil değeri etkisine bakıldığında, birinci yıl sonbahar dönemi bitkilerin klorofil değeri ortalama 48.77 SPAD olurken, ikinci yıl sonbahar dönemi ortalama 53.21 SPAD olmuştur. Birinci yıl ilkbahar dönemi klorofil değeri ortalaması 46.01 SPAD olurken, ikinci yıl ilkbahar dönemi ortalama 48.30 SPAD olmuştur. Klorofil değerlerine göre en düşük ortalama değerlerin elde edildiği dönemin, birinci yıl ilkbahar dönemi olduğu belirlenmiştir. Bunu ikinci yıl ilkbahar dönemi, birinci yıl sonbahar dönemi ve ikinci yıl sonbahar dönemi takip etmiştir (Çizelge 4.10). Burada hem iklimsel veriler hem de birincil yıl yapılan gübrelemenin depozit etkisinin olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla birinci yıl yapılan gübrenin de etkisiyle ikinci yıl değerleri daha düşük çıkmaktadır.

Çizelge 4.10. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının klorofil değerine etkisi

| Klorofil değeri (SPAD)     |                                                |                                                |                                         |
|----------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Uygulamalar                | 1. Yıl (2020)<br>Sonbahar Dönemi               | 2. Yıl (2021)<br>Sonbahar Dönemi               | Sonbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                    | 35.36 ± 0.75 <sup>öd</sup>                     | 39.67 ± 1.65                                   | 37.52 ± 1.01 C*                         |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 37.46 ± 0.15                                   | 43.93 ± 1.52                                   | 40.70 ± 0.72 BC                         |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 38.56 ± 0.47                                   | 47.87 ± 1.18                                   | 43.22 ± 0.78 BC                         |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 48.56 ± 0.35                                   | 51.07 ± 1.17                                   | 49.82 ± 0.75 B                          |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 51.10 ± 1.32                                   | 53.93 ± 1.15                                   | 52.52 ± 1.13 B                          |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 58.03 ± 0.73                                   | 59.60 ± 1.47                                   | 58.82 ± 0.94 AB                         |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 59.80 ± 0.17                                   | 63.33 ± 1.07                                   | 61.57 ± 0.60 AB                         |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 61.33 ± 0.45                                   | 66.30 ± 0.85                                   | 63.82 ± 0.33 A                          |
| <b>Ortalama</b>            | 48.77 ± 10.11 <sup>öd</sup>                    | 53.21 ± 9.04                                   |                                         |
| Uygulamalar                | 1. Yıl (2021)<br>İlkbahar Dönemi               | 2. Yıl (2022)<br>İlkbahar Dönemi               | İlkbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                    | 35.73 ± 0.56 <sup>öd</sup>                     | 36.60 ± 1.55                                   | 36.17 ± 1.05 D*                         |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 36.93 ± 0.15                                   | 39.90 ± 0.44                                   | 38.42 ± 0.25 CD                         |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 39.86 ± 0.35                                   | 43.80 ± 1.01                                   | 41.83 ± 0.68 C                          |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 43.73 ± 0.61                                   | 47.13 ± 1.36                                   | 45.43 ± 0.74 B                          |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 46.73 ± 0.40                                   | 49.50 ± 1.08                                   | 48.12 ± 0.60 B                          |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 52.10 ± 0.20                                   | 53.83 ± 0.75                                   | 52.97 ± 0.46 B                          |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 55.86 ± 0.30                                   | 56.87 ± 1.70                                   | 56.37 ± 0.98 A                          |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 57.06 ± 0.15                                   | 58.73 ± 0.47                                   | 57.90 ± 0.31 A                          |
| <b>Ortalama</b>            | 46.01 ± 7.98 <sup>öd</sup>                     | 48.30 ± 7.66                                   |                                         |
| Uygulamalar                | 1. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | 2. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | Yıllar<br>Ortalaması                    |
| Kontrol                    | 35.55 ± 0.62 <sup>öd</sup>                     | 38.13 ± 2.21                                   | 36.84 ± 1.18 D*                         |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 37.20 ± 0.32                                   | 41.92 ± 2.42                                   | 39.56 ± 1.34 C                          |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 39.21 ± 0.80                                   | 45.83 ± 2.44                                   | 42.53 ± 1.00 C                          |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 46.15 ± 2.68                                   | 49.10 ± 2.44                                   | 47.63 ± 2.49 BC                         |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 48.91 ± 2.54                                   | 51.72 ± 2.63                                   | 50.32 ± 2.54 B                          |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 55.06 ± 3.28                                   | 56.72 ± 3.33                                   | 55.89 ± 3.27 AB                         |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 57.83 ± 2.16                                   | 60.10 ± 3.76                                   | 58.97 ± 2.94 A                          |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 59.20 ± 2.35                                   | 62.52 ± 4.19                                   | 60.86 ± 3.25 A                          |
| <b>Ortalama</b>            | 47.39 ± 9.12 <sup>öd</sup>                     | 50.75 ± 8.65                                   |                                         |

\*:  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemli, öd: İstatistiksel olarak önemli değil, veriler ± standart hata olarak ifade edilmiştir.

Çalışmadaki klorofil değerleri 35.63 - 66.30 SPAD değeri arasında yer almaktadır. En düşük değerin elde edildiği uygulama kontrol uygulaması, en yüksek değerin elde edildiği uygulama ise çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre uygulaması olarak belirlenmiştir. Biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre uygulamasının çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Kimyasal gübre uygulamasının ise biyokömür 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına

yakın değerlerinin olduğu tespit edilmiştir. Çalışmadaki gübre uygulamalarının kontrol grubuna göre artış gösterdiği ve daha önceki çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir. Ispanağa çiftlik gübresinin farklı dozlarının uygulandığı bir çalışmada, artan dozlarla beraber bitkideki klorofil (SPAD) değerinin de önemli oranda arttığı belirlenmiş ve en düşük değerlerin ise çiftlik gübresinin olmadığı (kontrol) uygulamada olduğunu bildirmişlerdir (Kumarpandit ve ark., 2017). Ispanakta kompost ve organik gübrenin bitki gelişimi üzerine etkilerinin araştırıldığı başka bir çalışmada, en yüksek klorofil içeriğinin (37.00 SPAD) organik gübre uygulamasından elde edildiği, en düşük klorofil içeriğinin (30.00 SPAD) ise kontrol uygulamasından elde edildiği ve organik gübrenin kontrole göre klorofil değerini arttırdığı saptanmıştır (Montemurro ve ark., 2015). Ispanağa organik çay atığı uygulamasının klorofil değerinden elde edilen değerlerin 54.13 - 60.01 mg/l arasında olduğunu bildirmiştir. En yüksek klorofil değerlerinin organik çay atığı uygulamasında olduğu, en düşük değer ise kontrol uygulamasında olduğu belirlenmiştir (Karataş ve Büyükdinç, 2016). Ispanakta mikrobiyal ve inorganik gübre uygulamalarının etkisinin çalışıldığı başka bir çalışmada, klorofil değerinden elde edilen değerlerin 20.50 - 51.20 SPAD arasında olduğu belirlenmiştir. En yüksek klorofil değerlerinin inorganik gübre uygulamasında olduğu, en düşük değer ise kontrol uygulamasında olduğu belirlenmiştir (Akkuş, 2011). Ispanak bitkisine biyo-gübre ve kimyasal gübrenin farklı dozlarının etkilerinin incelendiği bir çalışmada klorofil içeriğinin elde edilen değerlerin 31.83 - 42.28 SPAD arasında olduğu tespit edilmiştir (Aisha ve ark., 2013). Ispanağın büyüme ve gelişmesine organik gübrelerin (koyun gübresi kompostu, koyun gübresi vermikompostu, mantar kompostu, mantar vermikompostu, inek gübresi kompostu ve inek gübresi vermikompostu) etkileri incelenen başka bir çalışmada, iki farklı doz (%8 ve %12) olarak uygulanmıştır. Uygulamalar sonunda elde edilen değerlere göre %8 mantar vermikompostunda en yüksek klorofil içeriği elde edilmiştir. Mantar vermikompostu kontrole göre klorofil içeriğini %30 oranında arttırmıştır (Jafarpour ve Rahimzadeh, 2015). Çalışmamızda elde edilen klorofil değerlerinin literatürde belirtilen bulgular ile genelde uyumlu olduğu gözlenmektedir.

#### 4.1.11. Toplam verim

Arazi koşullarında farklı dönemlerde iki yıl boyunca yetiştiriciliği yapılan ıspanak bitkisinin toplam verimine biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının etkisi Çizelge 4.11’de belirtilmiştir. Gübre uygulamalarının toplam verime etkisi istatistiki açıdan ( $P \leq 0.05$ ) önemli bulunmuştur. Dönem ve gübre uygulamaları arasındaki farklar ve dönem x gübre uygulamaları interaksyonu da istatistiki olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Toplam verime gübrelemenin etkisi irdelenecek olursa, birinci yıl ve ikinci yıl sonbahar dönemi en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (2267.60 kg/da) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (583.23 kg/da) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (2058.43 kg/da), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (1734.33 kg/da), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (1587.60 kg/da), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (1379.20 kg/da), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (1023.03 kg/da) ve kimyasal gübre (754.18 kg/da) uygulamaları takip etmiştir. Benzer şekilde birinci yıl ve ikinci yıl ilkbahar döneminde toplam verimde en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (738.35 kg/da) ve en düşük değerin (98.83 kg/da) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (667.48 kg/da), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (508.80 kg/da), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (438.10 kg/da), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (346.50 kg/da), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (233.18 kg/da) ve kimyasal gübre (146.75 kg/da) uygulamaları takip etmiştir. Yıllar ortalamalarını değerlendirecek olursa, en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (1502.9 kg/da) ve en düşük değerin (341.03 kg/da) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (1362.9 kg/da), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (1121.5 kg/da), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (1012.8 kg/da), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (862.85 kg/da), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (628.03 kg/da) ve kimyasal gübre (450.48 kg/da) uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 4.11). Gübre uygulamalarında toplam verim, kontrole kıyasla önemli ölçüde artmıştır. Çalışmada elde edilen en yüksek toplam verim değerleri çiftlik gübresi uygulamalardan

elde edilmiştir. Organik gübrelerde doz miktarı arttıkça toplam verimde de artışlar olmaktadır.

Çizelge 4.11. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının toplam verime etkisi

| Toplam Verim (kg/da)       |                                                |                                                |                                         |
|----------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Uygulamalar                | 1. Yıl (2020)<br>Sonbahar Dönemi               | 2. Yıl (2021)<br>Sonbahar Dönemi               | Sonbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                    | 499.88 ± 0.28 f*                               | 666.60 ± 144.33 e                              | 583.23 ± 2.15 D*                        |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 625.03 ± 0.40 e                                | 883.30 ± 14.05 de                              | 754.18 ± 6.80 CD                        |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 900.43 ± 0.45 de                               | 1145.60 ± 89.80 d                              | 1023.03 ± 45.2 C                        |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 1250.13 ± 0.08 d                               | 1508.28 ± 14.60 c                              | 1379.20 ± 7.3 BC                        |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 1500.13 ± 0.08 c                               | 1675.08 ± 50.00 bc                             | 1587.60 ± 25.5 B                        |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 1525.20 ± 0.13 c                               | 1943.48 ± 38.80 b                              | 1734.33 ± 19.5 B                        |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 1912.58 ± 0.05 bc                              | 2204.25 ± 38.13 ab                             | 2058.43 ± 9.1 AB                        |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 2125.10 ± 0.08 b                               | 2410.08 ± 56.38 a                              | 2267.60 ± 28.3 A                        |
| <b>Ortalama</b>            | 1292.30 ± 560.05 öd                            | 1554.58 ± 599.28                               |                                         |
| Uygulamalar                | 1. Yıl (2021)<br>İlkbahar Dönemi               | 2. Yıl (2022)<br>İlkbahar Dönemi               | İlkbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                    | 87.55 ± 0.28 e*                                | 110.10 ± 4.00 de                               | 98.83 ± 1.90 CD*                        |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 125.10 ± 0.10 de                               | 168.43 ± 27.68 d                               | 146.75 ± 1.31 C                         |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 214.30 ± 1.50 d                                | 251.80 ± 9.40 cd                               | 233.18 ± 5 C                            |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 292.33 ± 0.30 cd                               | 400.70 ± 14.53 c                               | 346.50 ± 7.2 BC                         |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 400.40 ± 0.35 c                                | 475.83 ± 0.7 bc                                | 438.10 ± 0.43 B                         |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 487.53 ± 0.25 bc                               | 530.08 ± 38.65 b                               | 508.80 ± 19.33 B                        |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 622.90 ± 1.25 b                                | 712.08 ± 49.85 ab                              | 667.48 ± 7.43 AB                        |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 675.85 ± 1.05 ab                               | 800.88 ± 25.95 a                               | 738.35 ± 11.45 A                        |
| <b>Ortalama</b>            | 363.23 ± 211.20 öd                             | 431.23 ± 238.58                                |                                         |
| Uygulamalar                | 1. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | 2. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | Yıllar<br>Ortalaması                    |
| Kontrol                    | 293.70 ± 225.83 f*                             | 388.35 ± 318.15 ef                             | 341.03 ± 269.2D*                        |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 375.05 ± 273.95 ef                             | 525.88 ± 392.18 e                              | 450.48 ± 332.83C                        |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 557.35 ± 375.85 de                             | 698.70 ± 492.88 d                              | 628.03 ± 433.64C                        |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 771.23 ± 524.63 d                              | 954.50 ± 606.88 cd                             | 862.85 ± 565.6BC                        |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 950.28 ± 602.48 cd                             | 1075.45 ± 657.63 c                             | 1012.8 ± 629.80B                        |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 1006.38 ± 568.28 c                             | 1236.78 ± 774.75 bc                            | 1121.5 ± 671.48B                        |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 1267.73 ± 706.38 bc                            | 1458.18 ± 818.33 b                             | 1362.9 ± 762.0A                         |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 1400.48 ± 793.95 b                             | 1605.48 ± 882.38 a                             | 1502.9 ± 837.83A                        |
| <b>Ortalama</b>            | 827.78 ± 629.03 öd                             | 992.90 ± 725.10                                |                                         |

\*:  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemli, öd: İstatistiksel olarak önemli değil, veriler ± standart hata olarak ifade edilmiştir.

İki yıl boyunca sonbahar ve ilkbahar dönemi yetiştiriciliği yapılan ıspanakta dönem faktörlerinin toplam verim değerleri incelenecek olursa, birinci yıl sonbahar dönemi verim ortalamaları 1292.30 kg/da olurken, ikinci yıl sonbahar dönemi ortalaması 1554.58 kg/da olmuştur. Birinci yıl ilkbahar dönemi bitkilerin toplam verimi ortalama

363.23 kg/da olurken, ikinci yıl ilkbahar dönemi ortalama 431.23 kg/da olmuştur. Birinci yıl ve ikinci yıl sonbahar dönemi ile birinci yıl ve ikinci yıl ilkbahar dönemi değerlendirilecek olursa, en yüksek toplam verim ikinci yıl sonbahar döneminde olduğu göze çarpmaktadır. Bunu birinci yıl sonbahar dönemi, ikinci yıl ilkbahar dönemi ve birinci yıl ilkbahar dönemi takip etmiştir (Çizelge 4.11). İkinci yıl elde edilen toplam verim değerlerin, birinci yıla göre daha yüksek olduğu öne çıkmaktadır. Burada hem iklimsel etmenlerin olumlu etkisinin (ikinci yıl yağış miktarının fazla olması) hem de birincil yıl yapılan gübrelemenin depozit etkisinin olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla birinci yıl yapılan gübrenin de etkisiyle ikinci yıl değerleri daha yüksek çıkmaktadır.

Çalışmada toplam verimden elde edilen değerler 87.55 - 2410.08 kg/da arasında yer almaktadır. En düşük değerin elde edildiği uygulama kontrol uygulaması, en yüksek değerin elde edildiği uygulama ise çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre uygulaması olarak belirlenmiştir. Biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre uygulamasının çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Kimyasal gübre uygulamasının ise biyokömür 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlerinin olduğu tespit edilmiştir. Çalışmadaki gübre uygulamalarının kontrol grubuna göre artış gösterdiği ve daha önceki çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir. Organik ve inorganik gübrelerin ıspanakta verime etkisine bakılan bir çalışmada, elde edilen en yüksek verim değerlerinin organik ve inorganik gübrenin birlikte uygulandığı uygulamada olduğu tespit edilmiştir (Mahmoud ve ark., 2007). Ispanağa vermikompost uygulamalarının etkisine bakılan başka bir çalışmada, toplam verimde en yüksek değerin vermikompost uygulamasından elde edildiği ve kontrole göre verimi artırdığı öne çıkmıştır (Ansari, 2008). Ispanakta yapılan bir diğer çalışmada inek gübresi ve kimyasal gübrenin birlikte kullanılmasının ıspanak verimine etkisi incelenmiştir. En yüksek verim değeri (15.17 ton/ha), kimyasal gübre ile inek gübresi karışımının kullanıldığı uygulamada olduğu gözlemlenmiştir. En düşük toplam verim değerinin (8.83 ton/ha) ise kontrol uygulamasından elde edildiği tespit edilmiştir (Roy ve ark., 2009). Ispanağa, ahır gübresi, fındık zurufu ve zenginleştirilmiş kompostun farklı oranlarının kullanıldığı bir çalışmada, bitki gelişimine etkisi araştırılmış ve sonuç olarak organik gübrelerin ıspanakta toplam verimi artırdığını belirlemiştir (Şenlikoğlu, 2015). Ispanak bitkisinin toplam verimine ahır gübresi ve vermikompostun etkisi incelenen bir çalışmada kontrole (76.5 kg/da) göre toplam verimi önemli oranda artırdığını tespit etmiş

ve elde edilen en yüksek toplam verimin olduğu uygulamanın, ahır gübresi (852.2 kg/da) uygulaması olduğu belirlenmiştir (Çıtak ve ark., 2011). Ispanak üretimine çeşitli bitki besin maddesi uygulamalarının etkisi araştırılan bu çalışmada, besin maddesi olarak bioenzim, deniz yosunu, sığır gübresi, koyun gübresi, tavuk gübresi ve ticari gübre (NPK) çalışılmıştır. Tavuk gübresi ve sığır gübresi uygulamalarından elde edilen bitkilerin en iyi bitkiler (34.28 g ve 34.02 g) olduğu tespit edilmiştir. Sığır gübresi (1150.29 kg/da) ve tavuk gübresi (1134.54 kg/da) en yüksek verimlerin olduğu uygulama olarak öne çıkmaktadır. Ortalama bitki ağırlığı bakımından en yüksek değerlerin olduğu uygulama grubunun tavuk gübresi olduğu tespit edilmiştir (Beşirli ve ark., 2010). İki farklı dönemde (ilkbahar ve sonbahar) yetiştiriciliği yapılan ıspanak (Matador çeşidi) bitkisi üzerine biyokömürün etkileri incelenen bir çalışmada, önerilen dozlarda toprağa uygulanan biyokömürün ıspanak bitkisinde büyüme ve gelişmeyi önemli ölçüde artırdığı belirlenmiştir. Kontrole göre, elde edilen verimin ilkbaharda %100 ve sonbaharda ise %350 oranlarında olduğu belirlenmiştir. Sonbahar döneminde, ilkbahar dönemine göre daha yüksek değerlerin olduğu tespit edilmiştir (Veronika ve ark., 2017). Van ekolojik koşullarında ıspanak yetiştiriciliği için uygun tohum ekim dönemlerinin belirlenmesi amacıyla iki yıl boyunca sonbahar ve ilkbahar döneminde yapılan bir çalışmada, ilk yıl tohum ekim dönemleri arasında elde edilen en yüksek toplam verim (4.00 t/da) değerinin olduğu dönemin, sonbahar dönemi Ekim ayı olduğu belirlenmiştir. İkinci yıl tohum ekim dönemleri arasında elde edilen en yüksek toplam verim (4.57 t/da) değerinin olduğu dönemin, sonbahar dönemi Ekim ayı olduğu belirlenmiştir. Elde edilen toplam verim değerlerine göre ikinci yılın birinci yıla göre verimin arttığı tespit edilmiştir. Van ekolojik koşullarında ıspanak yetiştiriciliğinde sonbahar dönemi Ekim ayının tohum ekim dönemi için uygun bir dönem olarak belirlenmektedir (Şensoy ve ark., 2011). Çalışmamıza elde edilen toplam verim miktarları değerlerinin literatürde belirtilen bulgular ile genelde uyumlu olduğu gözlenmektedir.

## 4.2. Laboratuvar Analizleri

### 4.2.1. Yaprak oransal su içeriği

Farklı dönemlerde yetiştiriciliği yapılan ıspanak bitkisinin yaprak oransal su içeriğine biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının etkisi Çizelge 4.12’de belirtilmiştir. Gübre uygulamalarının yaprak oransal su içeriğine etkisi istatistiki açıdan ( $P \leq 0.05$ ) önemli bulunmuştur. Dönem ve gübre uygulamaları arasındaki farklar ve dönem x gübre uygulamaları interaksyonu istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Yaprak oransal su içeriğine gübrelemenin etkisine bakılacak olursa, birinci yıl ve ikinci yıl sonbahar dönemi en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (%93.45) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (%62.54) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (%82.21), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (%81.63), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (%79.82), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (%79.61), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (%78.48) ve kimyasal gübre (%76.73) uygulamaları takip etmiştir. Benzer şekilde birinci yıl ve ikinci yıl ilkbahar döneminde yaprak oransal su içeriğinde en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (%84.42) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (%55.66) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (%82.15), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (%81.25), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (%79.07), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (%78.66), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (%76.52) ve kimyasal gübre (%71.57) uygulamaları takip etmiştir. Yıllar ortalamalarını değerlendirecek olursa, en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (%87.80) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (%59.10) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (%83.03), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (%79.34), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (%79.24), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (%77.50), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (%77.48) ve kimyasal gübre (%74.15) uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının yaprak oransal su içeriğine etkisi

| Yaprak oransal su içeriği (%) |                                               |                                               |                                         |
|-------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Uygulamalar                   | 1. Yıl (2020)<br>Sonbahar Dönemi              | 2. Yıl (2021)<br>Sonbahar Dönemi              | Sonbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                       | 56.37 ± 21.77 <sup>öd</sup>                   | 68.70 ± 8.22                                  | 62.54 ± 9.57 D*                         |
| Kimyasal Gübre (KG)           | 74.14 ± 4.54                                  | 79.33 ± 0.40                                  | 76.73 ± 2.18 C                          |
| Biyokömür 100kg/da+KG         | 77.01 ± 5.02                                  | 79.93 ± 0.45                                  | 78.48 ± 2.69 BC                         |
| Biyokömür 200kg/da+KG         | 78.65 ± 4.34                                  | 81.00 ± 1.87                                  | 79.82 ± 3.09 BC                         |
| Biyokömür 300kg/da+KG         | 75.74 ± 4.62                                  | 83.47 ± 0.76                                  | 79.61 ± 2.67 BC                         |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG    | 79.53 ± 14.54                                 | 83.73 ± 1.46                                  | 81.63 ± 7.97 B                          |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG    | 78.43 ± 7.09                                  | 86.00 ± 1.35                                  | 82.21 ± 4.15 B                          |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG    | 92.56 ± 1.69                                  | 94.37 ± 0.95                                  | 93.45 ± 0.79 A                          |
| <b>Ortalama</b>               | 76.55 ± 13.63 <sup>öd</sup>                   | 82.07 ± 7.35                                  |                                         |
| Uygulamalar                   | 1. Yıl (2021)<br>İlkbahar Dönemi              | 2. Yıl (2022)<br>İlkbahar Dönemi              | İlkbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                       | 50.00 ± 9.57 <sup>öd</sup>                    | 61.30 ± 8.33                                  | 55.66 ± 3.89 D*                         |
| Kimyasal Gübre (KG)           | 70.55 ± 1.29                                  | 72.57 ± 0.65                                  | 71.57 ± 0.33 C                          |
| Biyokömür 100kg/da+KG         | 77.01 ± 5.02                                  | 76.03 ± 2.05                                  | 76.52 ± 3.54 BC                         |
| Biyokömür 200kg/da+KG         | 78.65 ± 4.343                                 | 78.67 ± 2.40                                  | 78.66 ± 3.29 B                          |
| Biyokömür 300kg/da+KG         | 79.48 ± 4.47                                  | 78.67 ± 1.96                                  | 79.07 ± 3.07 B                          |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG    | 78.03 ± 11.66                                 | 84.47 ± 0.23                                  | 81.25 ± 5.75 AB                         |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG    | 76.03 ± 19.13                                 | 88.27 ± 1.24                                  | 82.15 ± 9.99 AB                         |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG    | 87.80 ± 3.80                                  | 81.03 ± 1.16                                  | 84.42 ± 1.33 A                          |
| <b>Ortalama</b>               | 74.69 ± 13.04 <sup>öd</sup>                   | 77.63 ± 8.28                                  |                                         |
| Uygulamalar                   | 1.Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | 2.Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | Yıllar<br>Ortalaması                    |
| Kontrol                       | 53.19 ± 15.44 <sup>öd</sup>                   | 65.00 ± 8.44                                  | 59.10 ± 9.26 C*                         |
| Kimyasal Gübre (KG)           | 72.34 ± 3.57                                  | 75.95 ± 3.74                                  | 74.15 ± 3.15 CD                         |
| Biyokömür 100kg/da+KG         | 77.01 ± 4.49                                  | 77.98 ± 2.52                                  | 77.50 ± 3.01 BC                         |
| Biyokömür 200kg/da+KG         | 78.65 ± 3.88                                  | 79.83 ± 2.31                                  | 79.24 ± 2.92 BC                         |
| Biyokömür 300kg/da+KG         | 77.61 ± 4.55                                  | 81.07 ± 2.95                                  | 79.34 ± 2.59 BC                         |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG    | 69.73 ± 12.53                                 | 85.23 ± 1.20                                  | 77.48 ± 6.10 C                          |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG    | 83.67 ± 10.53                                 | 82.38 ± 1.89                                  | 83.03 ± 5.33 B                          |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG    | 84.29 ± 15.15                                 | 91.32 ± 3.48                                  | 87.80 ± 8.86 A                          |
| <b>Ortalama</b>               | 74.56 ± 13.20 <sup>öd</sup>                   | 79.85 ± 8.07                                  |                                         |

\*: P≤0.05 düzeyinde önemli, öd: İstatistiksel olarak önemli değil, veriler ± standart hata olarak ifade edilmiştir.

İki yıl boyunca sonbahar dönemi ve ilkbahar dönemi yetiştiriciliği yapılan ıspanak bitkisindeki yaprak oransal su içeriğinde dönem faktörünün etkisine bakılacak olursa, birinci yıl sonbahar dönemi bitkilerin yaprak oransal su içeriği ortalamaları %76.55 olurken, ikinci yıl sonbahar dönemi ortalama %82.07 olmuştur. Birinci yıl ilkbahar dönemi bitkilerin yaprak oransal su içeriği ortalamaları %74.69 olurken, ikinci yıl

ilkbahar dönemi ortalama %77.63 olmuştur. Birinci yıl ve ikinci yıl sonbahar dönemi ile birinci yıl ve ikinci yıl ilkbahar dönemi değerlendirilecek olursa, en yüksek yaprak oransal su içeriği değerlerinin ikinci yıl sonbahar döneminde olduğu öne çıkmaktadır. Bunu birinci yıl sonbahar dönemi, ikinci yıl ilkbahar dönemi ve birinci yıl ilkbahar dönemi takip etmiştir (Çizelge 4.12). Burada hem iklimsel veriler hem de birincil yıl yapılan gübrelemenin depozit etkisinin olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla birinci yıl yapılan gübrenin de etkisiyle ikinci yıl değerleri daha yüksek çıkmaktadır.

Çalışmada yaprak oransal su içeriği değerleri %50.00 - 94.34 arasında yer almaktadır. En düşük değerin elde edildiği uygulama kontrol uygulaması, en yüksek değerin elde edildiği uygulama ise çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre uygulaması olarak belirlenmiştir. Biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre uygulamasının çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Kimyasal gübre uygulamasının ise biyokömür 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlerinin olduğu tespit edilmiştir. Çalışmadaki gübre uygulamalarının kontrol grubuna göre artış gösterdiği ve daha önceki çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir. Yaprak oransal su içeriği stres faktörlerine maruz kaldığı zaman düşmektedir. Arazi koşulları ıspanak yetiştiriciliğinde dönem faktörlerinin de bulunduğu bir çalışmada iklim faktörleri dikkate alınarak, sonbahar dönemi bitkilerin, ilkbahar dönemine göre daha fazla su aldıkları bildirmiştir. İlkbahar döneminde meydana gelen su azalmaları doğrultusunda yaprak oransal su içeriğinin azaldığını bildirilmekte ve sonbahar döneminden ilkbahar dönemine kadar alınabilen su miktarı artıkça en yüksek yaprak oransal su içeriği elde edildiği rapor edilmektedir (Dichio ve Montanaro, 2005). Bitki bünyesine aldığı su miktarı ile yaprak oransal su içeriği orantılıdır. İlkbahar döneminde meydana gelen su azalmaları doğrultusunda yaprak oransal su içeriğinin azalırken, sonbahar döneminden alınabilen su miktarı artıkça, en yüksek yaprak oransal su içeriği elde edilmektedir (Ashraf ve Iram, 2005; Maya ve Kanber, 2008). Tuz stresi koşullarındaki ıspanak bitkisine vermikompost ve su yosunu uygulamalarının etkisi araştırılan bir çalışmada, yaprak oransal su içeriğine etkisi bakılmış ve elde edilen değerlerinin kontrole uygulamasına göre organik gübre kullanımında yaprak oransal su içeriğinin arttığını belirlemişlerdir (Başdiç ve Kabay, 2022). Yapmış olduğumuz çalışmada da, sonbahar ve ilkbahar dönemi bulunmakta ve sonbahar döneminden elde edilen değerlerinin, ilkbahar dönemine göre daha yüksek olmasını, çalışmanın yapıldığı

arazi koşullarına ve iklim verilerine bağlı olduğu düşünülmektedir. Çalışmamızdaki değerlerinin literatürde belirtilen bulgular ile genel olarak uyumlu olduğu belirlenmiştir.

#### 4.2.2. Membran zararlanma indeksi

Farklı dönemlerde yetiştiriciliği yapılan ıspanak bitkisinde membran zararlanma indeksine biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının etkisi Çizelge 4.13’de belirtilmiştir. Gübre uygulamalarının membran zararlanma indeksine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Dönem ve gübre uygulamaları arasındaki farklar ve dönem x gübre uygulamaları interaksyonu da istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Yine de membran zararlanma indeksinde gübrelemenin etkisi bakılacak olursa, birinci yıl ve ikinci yıl sonbahar dönemi en düşük ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (%5.78) uygulaması olduğu ve en yüksek ortalama değerin (%10.47) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde birinci yıl ve ikinci yıl ilkbahar dönemi en düşük ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (%8.55) uygulaması olduğu ve en yüksek ortalama değerin (%11.45) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Yıllar ortalamalarını değerlendirecek olursa, en düşük ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (%7.17) uygulaması olduğu ve en yüksek ortalama değerin (%10.96) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre, biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre, biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre, biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre, çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre ve kimyasal gübre uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 4.13).

Dönem faktörlerinin membran zararlanma indeksi etkisine bakıldığında, birinci yıl sonbahar dönemi bitkilerin membran zararlanma indeksi ortalama %8.85 olurken, ikinci yıl sonbahar dönemi ortalaması %7.94 olmuştur. Birinci yıl ilkbahar dönemi bitkilerin membran zararlanma indeksi ortalama %10.47 olurken, ikinci yıl ilkbahar dönemi ortalaması %9.49 olmuştur. Birinci yıl (sonbahar dönemi + ilkbahar dönemi) membran zararlanma indeksi ortalama %9.66 olurken, ikinci yıl (sonbahar dönemi + ilkbahar dönemi) ortalama %8.71 olmuştur (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının membran zararlanma indeksi üzerine etkisi

| Membran Zararlanma İndeksi (%) |                                                |                                                |                                         |
|--------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Uygulamalar                    | 1. Yıl (2020)<br>Sonbahar Dönemi               | 2. Yıl (2021)<br>Sonbahar Dönemi               | Sonbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                        | 10.73 ± 0.50 <sup>öd</sup>                     | 10.20 ± 0.10                                   | 10.47 ± 0.30 <sup>öd</sup>              |
| Kimyasal Gübre (KG)            | 10.23 ± 0.15                                   | 9.93 ± 0.38                                    | 10.08 ± 0.26                            |
| Biyokömür 100kg/da+KG          | 9.83 ± 0.55                                    | 9.07 ± 0.15                                    | 9.45 ± 0.26                             |
| Biyokömür 200kg/da+KG          | 9.13 ± 0.05                                    | 8.10 ± 0.44                                    | 8.62 ± 0.23                             |
| Biyokömür 300kg/da+KG          | 8.96 ± 0.11                                    | 7.33 ± 0.15                                    | 8.15 ± 0.13                             |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG     | 8.26 ± 0.11                                    | 6.93 ± 0.15                                    | 7.60 ± 0.05                             |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG     | 7.50 ± 0.36                                    | 6.60 ± 0.46                                    | 7.05 ± 0.13                             |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG     | 6.20 ± 0.30                                    | 5.37 ± 0.38                                    | 5.78 ± 0.33                             |
| <b>Ortalama</b>                | <b>8.85 ± 1.45<sup>öd</sup></b>                | <b>7.94 ± 1.64</b>                             |                                         |
| Uygulamalar                    | 1. Yıl (2021)<br>İlkbahar Dönemi               | 2. Yıl (2022)<br>İlkbahar Dönemi               | İlkbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                        | 11.77 ± 0.51 <sup>öd</sup>                     | 11.13 ± 0.80                                   | 11.45 ± 0.39 <sup>öd</sup>              |
| Kimyasal Gübre (KG)            | 11.37 ± 0.21                                   | 10.20 ± 0.26                                   | 10.78 ± 0.18                            |
| Biyokömür 100kg/da+KG          | 11.07 ± 0.15                                   | 9.83 ± 0.06                                    | 10.45 ± 0.10                            |
| Biyokömür 200kg/da+KG          | 10.77 ± 0.15                                   | 9.60 ± 0.17                                    | 10.18 ± 0.13                            |
| Biyokömür 300kg/da+KG          | 10.20 ± 0.10                                   | 9.60 ± 0.10                                    | 9.90 ± 0.10                             |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG     | 9.97 ± 0.21                                    | 8.93 ± 0.15                                    | 9.45 ± 0.09                             |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG     | 9.57 ± 0.23                                    | 8.57 ± 0.15                                    | 9.07 ± 0.13                             |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG     | 9.07 ± 0.15                                    | 8.03 ± 0.21                                    | 8.55 ± 0.18                             |
| <b>Ortalama</b>                | <b>10.47 ± 0.91<sup>öd</sup></b>               | <b>9.49 ± 0.97</b>                             |                                         |
| Uygulamalar                    | 1. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | 2. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | Yıllar<br>Ortalaması                    |
| Kontrol                        | 11.25 ± 0.72 <sup>öd</sup>                     | 10.67 ± 0.72                                   | 10.96 ± 0.62 <sup>öd</sup>              |
| Kimyasal Gübre (KG)            | 10.80 ± 0.64                                   | 10.07 ± 0.33                                   | 10.43 ± 0.43                            |
| Biyokömür 100kg/da+KG          | 10.45 ± 0.76                                   | 9.45 ± 0.43                                    | 9.95 ± 0.58                             |
| Biyokömür 200kg/da+KG          | 9.95 ± 0.90                                    | 8.85 ± 0.87                                    | 9.40 ± 0.87                             |
| Biyokömür 300kg/da+KG          | 9.58 ± 0.68                                    | 8.47 ± 1.25                                    | 9.03 ± 0.96                             |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG     | 9.11 ± 0.94                                    | 7.93 ± 1.10                                    | 8.53 ± 1.02                             |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG     | 8.53 ± 1.16                                    | 7.58 ± 1.12                                    | 8.06 ± 1.11                             |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG     | 7.63 ± 1.58                                    | 6.70 ± 1.49                                    | 7.17 ± 1.53                             |
| <b>Ortalama</b>                | <b>9.66 ± 1.45<sup>öd</sup></b>                | <b>8.71 ± 1.55</b>                             |                                         |

öd: İstatistiksel olarak önemli değil, veriler ± standart hata olarak ifade edilmiştir.

Çalışmada, membran zararlanma indeksinden elde edilen değerler %5.33 - 10.73 arasında yer almaktadır. En yüksek değer elde edildiği uygulama kontrol uygulaması, en düşük değer elde edildiği uygulama ise çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre uygulaması olarak belirlenmiştir. Biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre uygulamasının çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Kimyasal gübre uygulamasının ise biyokömür 1ton/da+kimyasal gübre

uygulanmasına yakın değerlerinin olduğu tespit edilmiştir. Çalışmadaki gübre uygulamalarının kontrol grubuna göre azalış gösterdiği ve daha önceki çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir. Çalışma alanımızdaki toprak analiz sonuçları Çizelge 3.4-5-6'da verilmiştir. Elde edilen toprak değerlerine göre kullanılmış olduğumuz organik gübrelerinde etkisiyle membran zararlanma indeksi değerleri kontrol grubuna göre bir miktar azalma göstermiştir. Arazi koşullarında yetiştiriciliği yapılan ıspanak, her türlü stres ile karşı karşıya kalmaktadır. Literatürdeki bir çalışmada tarımsal üretimde biyotik ve abiyotik streslerden dolayı ıspanak gelişimi olumsuz etkilenmektedir. Tuz stresi koşullarındaki ıspanak bitkisine vermikompost ve su yosunu uygulamalarının etkisi araştırılan bir çalışmada, membran zararlanma indeksi etkisine bakılmış ve tuzlu koşullardaki ıspanak bitkisinde elde edilen membran zararlanma indeksi değerlerinin kontrol uygulamasına göre organik gübre kullanımında düştüğünü belirlemişlerdir. Böylelikle organik gübrelerin ıspanak yetiştiriciliğinde bol miktarda kullanılmasının bitki gelişimi ve verimi açısından önemli olduğunu ve stres koşullarına dayanıklılık sağladığını tespit etmişlerdir (Başdiç ve Kabay, 2022). Farklı stres koşullarının tarımsal üretimde verimi azalttığı ve kaliteli bir üretimin olmadığını belirtmişlerdir. Stres faktörlerinin bitkideki yaprak dokularında membran bütünlüğünü ve geçirgenliğini arttığını bildirmişlerdir (Kaya ve Daşgan, 2013; Deveci ve Çelik, 2016; Deveci ve Pıtır, 2016; Furkan, 2019). Çalışmamızda kontrol uygulaması, organik gübre uygulamalarına göre daha fazla stres faktörlerinden etkilenmiştir. Elde edilen membran zararlanma indeksi değerlerinin literatürde belirtilen bulgular ile genel olarak uyumlu olduğu belirlenmiştir.

#### **4.2.3. Suda çözünebilir kuru madde miktarı**

Arazi koşullarında dört farklı dönemde iki yıl boyunca yetiştiriciliği yapılan ıspanak bitkisinin suda çözünebilir kuru madde miktarına biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamasının etkisi Çizelge 4.14'de belirtilmiştir. Suda çözünebilir kuru madde miktarında elde edilen değerler arasında farklılıklar olmasına rağmen, gübre uygulamaları, dönem ve gübre uygulamaları arasındaki farklar ve dönem x gübre uygulamaları etkileşimini istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Gübre uygulamalarının suda çözünebilir kuru madde miktarına etkisine bakılacak olursa, birinci yıl ve ikinci yıl sonbahar dönemi en yüksek ortalama değer elde edildiği uygulamanın,

çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (9.88 briks<sup>o</sup>) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (7.17 briks<sup>o</sup>) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (9.67 briks<sup>o</sup>), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (9.47 briks<sup>o</sup>), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (9.10 briks<sup>o</sup>), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (8.75 briks<sup>o</sup>), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (8.37 briks<sup>o</sup>) ve kimyasal gübre (7.97 briks<sup>o</sup>) uygulamaları takip etmiştir. Benzer şekilde birinci yıl ve ikinci yıl ilkbahar dönemi en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (8.28 briks<sup>o</sup>) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (5.77 briks<sup>o</sup>) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (7.87 briks<sup>o</sup>), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (7.58 briks<sup>o</sup>), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (7.00 briks<sup>o</sup>), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (6.73 briks<sup>o</sup>), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (6.42 briks<sup>o</sup>) ve kimyasal gübre (6.18 briks<sup>o</sup>) uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 4.14). Gübre uygulamalarında en yüksek değerlerin çiftlik gübresi + kimyasal gübre uygulamalarında olduğu, bunu biyokömür + kimyasal gübre uygulamalarının takip ettiği gözlemlenmiştir. Gübre dozları arttıkça elde edilen değerlerinde arttığı belirlenmiştir.

Dönem faktörlerinin suda çözünebilir kuru madde miktarına etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamasına rağmen, sonbahar dönemlerinden elde edilen değerlerin, ilkbahar dönemlerine göre bir miktar artışların olduğu belirlenmiştir. Birinci ve ikinci yıl sonbahar dönemi ile birinci ve ikinci yıl ilkbahar dönemi değerlendirilecek olursa, en yüksek ortalama değerin ikinci yıl sonbahar döneminde (9.33 briks<sup>o</sup>) olduğu görülmüştür. Bunu birinci yıl sonbahar dönemi (8.26 briks<sup>o</sup>), ikinci yıl ilkbahar dönemi (7.19 briks<sup>o</sup>) ve birinci yıl ilkbahar dönemi (6.76 briks<sup>o</sup>) takip etmiştir (Çizelge 4.14). Burada hem iklimsel etmenlerin hem de birincil yıl yapılan gübrelemenin depozit etkisinin olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla birinci yıl yapılan gübrenin de etkisiyle ikinci yıl değerleri daha yüksek çıkmaktadır.

Çizelge 4.14. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının suda çözünebilir kuru madde miktarına etkisi

| Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı (Briks <sup>o</sup> ) |                                                |                                                |                                         |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Uygulamalar                                               | 1. Yıl (2020)<br>Sonbahar Dönemi               | 2. Yıl (2021)<br>Sonbahar Dönemi               | Sonbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                                                   | 6.76 ± 0.15 <sup>öd</sup>                      | 7.57 ± 0.06                                    | 7.17 ± 0.08 <sup>öd</sup>               |
| Kimyasal Gübre (KG)                                       | 7.20 ± 0.10                                    | 8.73 ± 0.21                                    | 7.97 ± 0.10                             |
| Biyokömür 100kg/da+KG                                     | 7.66 ± 0.32                                    | 9.07 ± 0.15                                    | 8.37 ± 0.10                             |
| Biyokömür 200kg/da+KG                                     | 8.10 ± 0.20                                    | 9.40 ± 0.10                                    | 8.75 ± 0.15                             |
| Biyokömür 300kg/da+KG                                     | 8.50 ± 0.10                                    | 9.70 ± 0.10                                    | 9.10 ± 0.09                             |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG                                | 9.10 ± 0.20                                    | 9.83 ± 0.06                                    | 9.47 ± 0.13                             |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG                                | 9.30 ± 0.10                                    | 10.03 ± 0.21                                   | 9.67 ± 0.15                             |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG                                | 9.46 ± 0.05                                    | 10.30 ± 0.10                                   | 9.88 ± 0.03                             |
| <b>Ortalama</b>                                           | 8.26 ± 0.96 <sup>öd</sup>                      | 9.33 ± 0.84                                    |                                         |
| Uygulamalar                                               | 1. Yıl (2021)<br>İlkbahar Dönemi               | 2. Yıl (2022)<br>İlkbahar Dönemi               | İlkbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                                                   | 5.56 ± 0.32 <sup>öd</sup>                      | 5.97 ± 0.12                                    | 5.77 ± 0.19 <sup>öd</sup>               |
| Kimyasal Gübre (KG)                                       | 6.06 ± 0.15                                    | 6.30 ± 0.10                                    | 6.18 ± 0.13                             |
| Biyokömür 100kg/da+KG                                     | 6.23 ± 0.15                                    | 6.60 ± 0.10                                    | 6.42 ± 0.13                             |
| Biyokömür 200kg/da+KG                                     | 6.60 ± 0.10                                    | 6.87 ± 0.06                                    | 6.73 ± 0.08                             |
| Biyokömür 300kg/da+KG                                     | 6.86 ± 0.05                                    | 7.13 ± 0.21                                    | 7.00 ± 0.13                             |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG                                | 7.20 ± 0.10                                    | 7.97 ± 0.12                                    | 7.58 ± 0.08                             |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG                                | 7.53 ± 0.05                                    | 8.20 ± 0.10                                    | 7.87 ± 0.03                             |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG                                | 8.06 ± 0.15                                    | 8.50 ± 0.10                                    | 8.28 ± 0.13                             |
| <b>Ortalama</b>                                           | 6.76 ± 0.79 <sup>öd</sup>                      | 7.19 ± 0.90                                    |                                         |
| Uygulamalar                                               | 1. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | 2. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | Yıllar<br>Ortalaması                    |
| Kontrol                                                   | 6.16 ± 0.69 <sup>öd</sup>                      | 6.77 ± 0.88                                    | 6.47 ± 0.78 <sup>öd</sup>               |
| Kimyasal Gübre (KG)                                       | 6.63 ± 0.63                                    | 7.52 ± 1.34                                    | 7.08 ± 0.98                             |
| Biyokömür 100kg/da+KG                                     | 6.95 ± 0.81                                    | 7.83 ± 1.36                                    | 7.39 ± 1.07                             |
| Biyokömür 200kg/da+KG                                     | 7.35 ± 0.83                                    | 8.13 ± 1.39                                    | 7.74 ± 1.11                             |
| Biyokömür 300kg/da+KG                                     | 7.68 ± 0.89                                    | 8.42 ± 1.41                                    | 8.05 ± 1.15                             |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG                                | 8.15 ± 1.05                                    | 8.90 ± 1.03                                    | 8.53 ± 1.04                             |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG                                | 8.41 ± 0.97                                    | 9.12 ± 1.01                                    | 8.77 ± 0.99                             |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG                                | 8.76 ± 0.77                                    | 9.40 ± 0.99                                    | 9.08 ± 0.88                             |
| <b>Ortalama</b>                                           | 7.51 ± 1.15 <sup>öd</sup>                      | 8.26 ± 1.38                                    |                                         |

öd: İstatistiksel olarak önemli değil, veriler ± standart hata olarak ifade edilmiştir.

Çalışmada, suda çözünebilir kuru madde miktarından elde edilen değerler 5.56 - 10.30 briks<sup>o</sup> arasında yer almaktadır. En düşük değer elde edildiği uygulama kontrol uygulaması, en yüksek değer elde edildiği uygulama ise çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre uygulaması olarak belirlenmiştir. Biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre uygulamasının, çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Kimyasal gübre

uygulamasının ise biyokömür 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlerinin olduğu tespit edilmiştir. Çalışmadaki gübre uygulamalarının kontrol grubuna göre artış gösterdiği ve daha önceki çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir. Ispanak bitkisinde vermikompost uygulamalarının suda çözünebilir kuru madde miktarına etkisi bakılan bir çalışmada, kontrole göre vermikompost uygulamalarının suda çözünebilir kuru madde miktarını artırdığı tespit edilmiştir (Peyvast ve ark., 2008). Ispanağın büyüme ve gelişmesine organik gübrelerin etkileri incelenen başka bir çalışmada, tamamen organik materyaller kullanılmıştır. Organik materyaller iki farklı doz (%8 ve %12) olarak uygulanmıştır. Uygulamalar sonunda elde edilen değerlere göre %12 mantar vermikompostunda en yüksek suda çözünebilir kuru madde miktarı elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre organik gübrelemenin ıspanak yetiştirici üzerine olumlu etkilerinin olduğu büyüme ve gelişmesinde önemli rol oynadığı tespit edilmiştir (Jafarpour ve Rahimzadeh, 2015). Ispanakta farklı organik kaynaklı gübre uygulamalarının bitki gelişimi üzerine etkisi bakılan başka bir çalışmada, suda çözünebilir kuru madde miktarına bakıldığında, en yüksek değer sığır gübresi uygulamasında (%5.89) belirlenmiştir. En düşük suda çözünebilir kuru madde miktarı ise kimyasal gübre (%4.05) ve kontrol (%4.32) uygulamalarında olduğu saptanmıştır (Yaman, 2019). Hasat zamanındaki ıspanaktaki suda çözünebilir kuru madde miktarı yaklaşık olarak % 10 civarında olmaktadır (Şalk ve ark., 1992). Çalışmamızda elde edilen suda çözünebilir kuru madde miktarı değerlerinin literatürde belirtilen bulgular ile genelde uyumlu olduğu gözlenmektedir.

#### 4.2.4. Nitrat içeriği

Arazi koşullarında farklı dönemlerde iki yıl boyunca yetiştiriciliği yapılan ıspanak bitkisinin nitrat içeriğine biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının etkisi Çizelge 4.15’de belirtilmiştir. Gübre uygulamalarının nitrat içeriğine etkisi istatistiki açıdan ( $P \leq 0.05$ ) önemli bulunmuştur. Dönem ve gübre uygulamaları arasındaki farklar istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Dönem x gübre uygulamaları interaksyonu istatistiki olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Nitrat içeriğine gübrelemenin etkisi irdelenecek olursa, birinci yıl ve ikinci yıl sonbahar dönemi en düşük ortalama değerler elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre ( $475.17 \text{ mg kg}^{-1}$ ) uygulaması

olduğu ve en yüksek ortalama değerin ( $1104.17 \text{ mg kg}^{-1}$ ) elde edildiği uygulamanın ise kimyasal gübre uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre ( $875.17 \text{ mg kg}^{-1}$ ), çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre ( $819.50 \text{ mg kg}^{-1}$ ), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre ( $763.50 \text{ mg kg}^{-1}$ ), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre ( $702.00 \text{ mg kg}^{-1}$ ), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre ( $617.50 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ve biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre ( $570.50 \text{ mg kg}^{-1}$ ) uygulamaları takip etmiştir. Benzer şekilde birinci yıl ve ikinci yıl ilkbahar döneminde en düşük ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre ( $535.33 \text{ mg kg}^{-1}$ ) uygulaması olduğu ve en yüksek ortalama değerin ( $1167.33 \text{ mg kg}^{-1}$ ) elde edildiği uygulamanın ise kimyasal gübre uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre ( $948.17 \text{ mg kg}^{-1}$ ), çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre ( $918.17 \text{ mg kg}^{-1}$ ), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre ( $878.33 \text{ mg kg}^{-1}$ ), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre ( $825.33 \text{ mg kg}^{-1}$ ), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre ( $776.17 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ve biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre ( $715.67 \text{ mg kg}^{-1}$ ) uygulamaları takip etmiştir. Yıllar ortalamalarını nitrat içeriği değerlendirecek olursa, en düşük ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre ( $911.67 \text{ mg kg}^{-1}$ ) uygulaması olduğu ve en yüksek ortalama değerin ( $1135.75 \text{ mg kg}^{-1}$ ) elde edildiği uygulamanın ise kimyasal gübre uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre ( $868.83 \text{ mg kg}^{-1}$ ), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre ( $820.92 \text{ mg kg}^{-1}$ ), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre ( $763.67 \text{ mg kg}^{-1}$ ), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre ( $696.83 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ve biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre ( $643.08 \text{ mg kg}^{-1}$ ) takip etmiştir (Çizelge 4.15). Kimyasal gübre uygulamalarında elde edilen nitrat içeriği değerleri, kontrol uygulamasına göre önemli ölçüde artmıştır. Organik gübre uygulamalarından elde edilen nitrat içeriği değerleri ise kimyasal gübre uygulamasına göre önemli ölçüde azalmıştır.

İki yıl boyunca sonbahar dönemi ve ilkbahar dönemi yetiştiriciliği yapılan ıspanağın nitrat içeriğine dönem faktörlerinin etkisi incelenecek olursa, birinci yıl sonbahar dönemi bitkilerin nitrat içeriği ortalama  $704.62 \text{ mg kg}^{-1}$  olurken, ikinci yıl sonbahar dönemi ortalaması  $777.21 \text{ mg kg}^{-1}$  olmuştur. Birinci yıl ilkbahar dönemi bitkilerin nitrat içeriği ortalamaları  $820.79 \text{ mg kg}^{-1}$  olurken, ikinci yıl ilkbahar dönemi ortalama  $870.33 \text{ mg kg}^{-1}$  olmuştur. En yüksek ortalama değerin ikinci yıl ilkbahar döneminde olduğu görülmüştür. Bunu birinci yıl ilkbahar, ikinci yıl sonbahar ve birinci

yıl sonbahar dönemi takip etmiştir (Çizelge 4.15). Burada hem iklimsel etmenlerin hem de birincil yıl yapılan gübrelemenin depozit etkisi söz konusu olabilmektedir. Dolayısıyla birinci yıl yapılan gübrenin de etkisiyle ikinci yıl değerleri daha yüksek çıktığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.15. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının nitrat içeriğine etkisi

| Nitrat İçeriği (mg kg <sup>-1</sup> ) |                                                |                                                |                                         |
|---------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Uygulamalar                           | 1. Yıl (2020)<br>Sonbahar Dönemi               | 2. Yıl (2021)<br>Sonbahar Dönemi               | Sonbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                               | 467.00 ± 26.96 e*                              | 483.33 ± 30.55 e                               | 475.17± 11.41 D*                        |
| Kimyasal Gübre (KG)                   | 1071.33 ± 16.19 ab                             | 1137.00 ± 57.65 a                              | 1104.17± 30.63 A                        |
| Biyokömür 100kg/da+KG                 | 514.00 ± 31.74 d                               | 627.00 ± 24.64 cd                              | 570.50± 9.10 C                          |
| Biyokömür 200kg/da+KG                 | 585.33 ± 24.78 d                               | 649.67 ± 11.72 cd                              | 617.50± 14.77 C                         |
| Biyokömür 300kg/da+KG                 | 663.00 ± 16.09 cd                              | 741.00 ± 18.03 c                               | 702.00± 14.65 BC                        |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG            | 715.00 ± 18.02 c                               | 812.00 ± 17.09 bc                              | 763.50± 3.04 BC                         |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG            | 770.00 ± 17.32 c                               | 869.00 ± 8.72 b                                | 819.50± 11.14 B                         |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG            | 851.66 ± 18.92 b                               | 898.67 ± 2.52 b                                | 875.17± 8.39 B                          |
| Ortalama                              | 704.66 ± 188.29 <sup>öd</sup>                  | 777.21 ± 192.51                                |                                         |
| Uygulamalar                           | 1. Yıl (2021)<br>İlkbahar Dönemi               | 2. Yıl (2022)<br>İlkbahar Dönemi               | İlkbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                               | 511.33 ± 4.16 e*                               | 559.33 ± 45.61 e                               | 535.33± 24.77 E*                        |
| Kimyasal Gübre (KG)                   | 1190.00 ± 30.61 ab                             | 1144.67 ± 20.26 a                              | 1167.33± 5.69 A                         |
| Biyokömür 100kg/da+KG                 | 686.66 ± 32.51 d                               | 744.67 ± 29.40 cd                              | 715.67± 30.03 D                         |
| Biyokömür 200kg/da+KG                 | 747.66 ± 19.85 cd                              | 804.67 ± 9.61 c                                | 776.17± 14.29 D                         |
| Biyokömür 300kg/da+KG                 | 786.33 ± 16.16 cd                              | 864.33 ± 39.21 c                               | 825.33± 17.39 C                         |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG            | 846.33 ± 16.65 bc                              | 910.33 ± 13.58 bc                              | 878.33± 12.41 C                         |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG            | 896.66 ± 4.04 bc                               | 939.67 ± 20.31 b                               | 918.17± 8.81 B                          |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG            | 901.33 ± 11.01 b                               | 995.00 ± 7.21 b                                | 948.17± 3.79 B                          |
| Ortalama                              | 820.79 ± 188.20 <sup>öd</sup>                  | 870.33 ± 168.56                                |                                         |
| Uygulamalar                           | 1. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | 2. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | Yıllar<br>Ortalaması                    |
| Kontrol                               | 489.16 ± 29.78 d*                              | 521.33 ± 54.21 cd                              | 505.25 ± 37.20 E*                       |
| Kimyasal Gübre (KG)                   | 1130.66 ± 68.58 a                              | 1140.83 ± 38.88 a                              | 1135.75 ± 39.81A                        |
| Biyokömür 100kg/da+KG                 | 600.33 ± 98.84 c                               | 685.83 ± 68.86 c                               | 643.08 ± 81.95 D                        |
| Biyokömür 200kg/da+KG                 | 666.50 ± 91.15 c                               | 727.17 ± 85.44 bc                              | 696.83 ± 87.87 D                        |
| Biyokömür 300kg/da+KG                 | 724.66 ± 69.07 bc                              | 802.67 ± 72.86 bc                              | 763.67 ± 69.0CD                         |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG            | 780.66 ± 73.58 bc                              | 861.17 ± 55.60 b                               | 820.92 ± 63.41 C                        |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG            | 833.33 ± 70.28 b                               | 904.33 ± 41.15 ab                              | 868.83 ± 54.78 C                        |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG            | 876.50 ± 30.52 b                               | 946.83 ± 52.98 ab                              | 911.67 ± 40.41 B                        |
| Ortalama                              | 762.72 ± 195.25 <sup>öd</sup>                  | 823.77 ± 185.08                                |                                         |

\*: P≤0.05 düzeyinde önemli, öd: İstatistiksel olarak önemli değil, veriler ± standart hata olarak ifade edilmiştir.

Çalışmada, nitrat içeriğinden elde edilen değerler 467.00 - 1137.00 mg kg<sup>-1</sup> arasında yer almaktadır. En yüksek değer elde edildiği uygulama kimyasal gübre

uygulaması, en düşük değerin elde edildiği uygulama ise çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre uygulaması olarak belirlenmiştir. Biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre uygulamasının çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Kimyasal gübre uygulamasının ise biyokömür 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlerinin olduğu tespit edilmiştir. Çalışmadaki gübre uygulamalarının kontrol grubuna göre artış gösterdiği ve daha önceki çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir. Ispanakta farklı organik kaynaklı gübre uygulamalarının bitki gelişimi üzerine etkisine bakılan bir çalışmada, nitrat içeriği incelenecek olursa, en yüksek nitrat içeriğinin kimyasal gübre uygulamasında (1095.97 mg/kg) olduğu, en düşük nitrat içeriğinin ise kontrol uygulamasında (518.71 mg/kg) olduğu ve bunu koyun gübresi uygulamasının (617.77 mg/kg) takip ettiği belirlenmiştir. Nitrat içeriğinde, gübre uygulamalarından elde edilen değerlerin, kontrol uygulamasına göre daha yüksek olmasının sebebi azot miktarı yüksek gübrelerin kullanılmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir (Yaman, 2019). Ispanakta yapılan başka bir çalışmada, farklı organik ve inorganik gübrelerin ıspanak yetiştiriciliğine etkisi bakılmış ve en yüksek nitrat içeriğinin inorganik kimyasal gübre uygulamasında, en düşük nitrat içeriğinin ise tavuk gübresi ve inek gübresinin birlikte uygulandığı uygulamada olduğu belirlenmiştir (Abubaker ve ark., 2010). Farklı organik gübrelerin (tavuk gübresi, leonardit, vermikompost ve çiftlik gübresi) ve farklı dozlarının (0, 1, 2 ve 3) marul bitkisinin gelişimine ve verimine etkisi bakılan bir çalışmada, marul bitkisinin nitrat içeriğine etkisi bakılmış ve elde edilen en yüksek değerin olduğu uygulamanın, çiftlik gübresi (9.43 mg kg<sup>-1</sup>) uygulaması olduğu belirlenmiştir. Çiftlik gübresinin 0. dozu (kontrol) uygulamasından elde edilen değerin (3.44 mg kg<sup>-1</sup>) ise en düşük sonucun olduğu uygulama olmuştur. Organik gübrelerin kullanılmasıyla bitkideki nitrat düzeyi insan sağlığı açısından eşik sınırının üzerine çıkmadığı görülmektedir (Kılıç, 2018). Ispanak bitkisine sonbahar dönemi ve kış döneminde farklı organik (kan unu, tavuk ve ahır gübresi) ve kimyasal gübre uygulamalarının bitki gelişimine etkisi bakılan başka bir çalışmada, kimyasal gübre uygulamasının en yüksek nitrat içeriği değerlerinin olduğu uygulama olarak ve kontrol uygulamasının ise en düşük nitrat içeriği değerlerinin olduğu uygulama olarak tespit edilmiştir (Citak ve Sonmez, 2010). Yapılan çalışmalarda, genel olarak sebzelerin nitrat içeriklerinde, iklim koşullarının, toprak özelliklerinin, yetiştiricilik sezonunun, türün, çeşidin, gübrelemenin ve hasat zamanının oldukça önemli

olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca bu faktörlerin genel olarak nitrat içeriği belirlenmesinde farklılıklar göstermektedir (Artık ve ark., 2002; Santamaria, 2006). Başka bir çalışmada, yapraklı sebzelerin nitrat birikiminin daha fazla olduğu saptanmıştır (Chung ve ark., 2003). Ispanak yapraklı bir sebedir ve nitrat birikimi açısından önem teşkil etmektedir (Zhou ve ark., 2000). Kontrollü seralarda yetiştiriciliği yapılan ıspanağa organik (findık zuruf kompostu, zenginleştirilmiş kompost ve hayvan gübresi) ve kimyasal azot (15 kg saf azot  $\text{da}^{-1}$ ) gübrelemesinin nitrat içeriğine etkisi bakılan bir çalışmada, gübrelemede dört farklı (0 g  $\text{kg}^{-1}$ , 20 g  $\text{kg}^{-1}$ , 40 g  $\text{kg}^{-1}$  ve 80 g  $\text{kg}^{-1}$ ) doz kullanılmıştır. En düşük nitrat içeriğinin (535 mg  $\text{kg}^{-1}$ ) elde edildiği uygulamanın kontrol uygulamasının 0 g  $\text{kg}^{-1}$  dozunda olduğu, en yüksek nitrat içeriğinin (1783 mg  $\text{kg}^{-1}$ ) olduğu uygulamanın ise zenginleştirilmiş kompostun 80 g  $\text{kg}^{-1}$  dozunun olduğu uygulama olarak tespiti yapılmıştır (Özenç ve Şenlikoğlu, 2017).

Dünya sağlık örgütü ve birleşmiş milletler gıda ve tarım örgütüne göre sağlıklı bir birey için günlük alınabilir nitrat içeriğinin yaklaşık olarak 2500 mg/kg'dan daha düşük olması gereklidir (Santamaria, 2006). Çalışmamızda elde edilen nitrat içeriğinin sağlıklı bir bireyin günlük olarak alması gereken düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Böylelikle çalışmamızda elde edilen nitrat içeriği değerlerinin literatürde belirtilen bulgular ile genelde uyumlu olduğu gözlenmektedir.

#### 4.2.5. Besin elementi içerikleri

##### Gübre uygulamalarının toprağa etkisi

Arazi koşullarında farklı dönemlerde iki yıl boyunca yetiştiriciliği yapılan ıspanak bitkisi çalışmasında organik gübre olarak kullanılan, biyokömür ve çiftlik gübresinin içeriğini belirlemek amacıyla gübre analizi yapılmış ve gübre analizinden elde edilen sonuçlar Çizelge 3.7-8'de verilmiştir.

İlk arazi hazırlığı döneminde gübre uygulamalarına ve tohum ekimine başlamadan önce çalışma alanından toprak analizi için toprak örneği alınmıştır. Bu toprak analizden elde edilen değerlere göre organik madde miktarı (% 1.05), K içeriği (51.64 ppm), Ca içeriği (337.53 ppm) ve Mg içeriği (57.98 ppm) belirlenmiştir (Çizelge 3.4). Elde edilen değerlere göre topraktaki Ca, K, Mg içeriğinin ve organik madde miktarının düşük olduğu

saptanmıştır. Ayrıca çalışma süresi boyunca her yıl hasattan sonra toprak analizi yapılmış ve her uygulamanın etkisi ayrı ayrı incelenmiştir. Gübre uygulamalarının topraktaki etkisini belirlemek amacıyla alınan toprak örneklerin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 3.5-6'da belirtilmiştir. Gübre uygulamalarının topraktaki organik madde miktarı etkisine bakılacak olursa, birinci yıl sonbahar dönemi organik madde miktarından elde edilen değer %2.90 olurken, birinci yıl ilkbahar dönemi %3.10 olmuştur (Çizelge 3.5). İkinci yıl sonbahar dönemi organik madde miktarından elde edilen değer %3.09 olurken, ikinci yıl ilkbahar dönemi %3.11 olmuştur (Çizelge 3.6). Elde edilen organik madde miktarı değerlerinin en yüksek değerler olduğu ve bu değerlerin çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre uygulamasından elde edildiği tespit edilmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre, çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre, biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre, biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre, biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre, kimyasal gübre ve kontrol uygulamaları takip etmiştir. Bu değerler doğrultusunda kullanılan gübrelerin ilk alınan toprak örneğine (Çizelge 3.4) göre organik madde miktarını arttırdığı belirlenmiştir.

İki yıl boyunca hasattan belirli bir süre sonra alınan toprak örneklerinde bazı besin elementi (K, Fe, Zn, Mn, Cu ve P) içerikleri de belirlenmiştir. Genel olarak bakılan besin elementi içeriğinde de organik madde miktarında olduğu gibi benzer artışların olduğu saptanmıştır (Çizelge 3.5-6). Elde edilen en yüksek K (18.76 kg/da), Fe (5.91 mg/kg), Zn (3.69 mg/kg), Mn (16.31 mg/kg), Cu (3.39 mg/kg) ve P (97.99 kg/da) içeriğinin olduğu dönemin ve uygulamanın ikinci yıl sonbahar dönemindeki çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre uygulamasının olduğu tespit edilmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre, çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre, biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre, biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre, biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre, kimyasal gübre ve kontrol uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 3.6). Elde edilen iklimsel veriler (Çizelge 3.1) ve birincil yıl yapılan gübrelemeninde etkisiyle, ikinci yıl yapılan toprak analiz sonuçlarından elde edilen değerlerin diğer toprak analizi sonuçlarına göre daha yüksek çıktığı belirlenmiştir. Dolayısıyla sonbahar döneminin ıspanak yetiştiriciliği için daha uygun bir dönem olduğu ve organik gübrelerin toprağı besin elemeti açısından zenginleştirliği tespit edilmiştir. Çalışmadaki gübre uygulamalarının kontrol grubuna göre artış gösterdiği ve daha önceki çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir. Literatürdeki bir çalışmada, Van ekolojik koşullarında

organik ve konvansiyonel gübre uygulamalarının domates yetiştiriciliğinde verim ve kalite üzerine etkileri çalışılmıştır. Gübre uygulamalarına başlamadan ve uygulamalar sonunda hasat sonrası toprak örneği alınarak toprak analizi yapılmış ve bazı besin elementi (Mg (mg/kg), K (mg/kg), Ca (mg/kg), Fe (mg/kg) ve Cu (mg/kg)) içerikleri belirlenmiştir. Gübre uygulamalarında besin elementi içeriklerinden elde edilen değerlerin genel olarak arttığını bildirmiştir (Kıpçak, 2021). Başka bir çalışmada ise farklı organik ve inorganik gübre uygulamalarının taze fasulye tohum verim ve kalitesi üzerine etkileri çalışılmıştır. Gübre uygulamalarından önce ve hasattan sonra toprak örneği alınarak toprak analizi yapılmış ve toprakta bazı besin elementi içerikleri belirlenmiştir. Gübre uygulamaları uygulanmadan önce topraktaki Fe içeriği 0.28 mg/kg iken, organomineral gübre uygulamasından sonrasında elde edilen Fe içeriği 0.64 mg/kg olmuştur. Benzer durum bakır içeriğinde de olmuştur. Gübre uygulamaları uygulanmadan önce topraktaki Cu içeriği 0.42 mg/kg iken, sıgır gübre uygulamasından sonrasında elde edilen Cu içeriği 2.66 mg/kg olmuştur. Genel olarak organik gübrelerin kullanımıyla toprak besin maddesi kazanmaktadır (Alp, 2021). Sönmez ve Çığ. (2019) tarafından yapılan bir çalışmada ise solucan gübresi ve biyokömürün topraktaki besin içeriğine etkisine bakılmış ve organik gübrelerin genel olarak, kontrole göre topraktaki besin elementini arttırdığı saptanmıştır. Mevcut tez çalışmasında elde edilen sonuçların literatürde belirtilen bulgular ile genelde uyumlu olduğu gözlenmektedir.

#### *Ispanak bitkisinin besin elementi içeriğine etkisi*

Arazi koşullarında farklı dönemlerde iki yıl boyunca yetiştiriciliği yapılan ıspanak bitkisinin besin elementi içeriğine biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının etkisi Çizelge 4.16-23’de belirtilmiştir. K (%), Ca (%), Mg (%), Cu (ppm), Zn (ppm), Fe (ppm), Na (ppm) ve Mn (ppm) içerikleri aşağıda irdelenmiştir.

#### *Potasyum (K) içeriği*

Sonbahar ve ilkbahar döneminde yetiştiriciliği yapılan ıspanak bitkisinin potasyum (K) içeriğine biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının etkisi Çizelge 4.16’da belirtilmiştir. Gübre uygulamalarının K içeriğine etkisi istatistiki açıdan ( $P \leq 0.05$ )

önemli bulunmuştur. Dönem ve gübre uygulamaları arasındaki farklar ve dönem x gübre uygulamaları interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. K içeriğine gübrelemenin etkisi irdelenecek olursa, birinci yıl ve ikinci yıl sonbahar dönemi en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (%8.11) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (%6.54) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (%7.98), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (%7.77), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (%7.56), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (%7.32), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (%7.11) ve kimyasal gübre (%6.90) uygulamaları takip etmiştir. Benzer şekilde birinci yıl ve ikinci yıl ilkbahar dönemi K içeriğinde en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (%7.52) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (%5.57) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (%7.27), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (%7.14), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (%6.94), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (%6.66), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (%6.39) ve kimyasal gübre (%5.97) uygulamaları takip etmiştir. Yıllar ortalamalarını değerlendirecek olursa, K içeriğinde en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (%7.82) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (%6.06) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Elde edilen K değerlerine göre en yüksek değerin elde edildiği dönem ve uygulamanın, (%9.12) ikinci yıl sonbahar döneminki çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre uygulamasının olduğu ve en düşük değerin (%5.16) elde edildiği dönem ve uygulamanın ise birinci yıl ilkbahar dönemindeki kontrol uygulaması olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.16).

Dönem faktörleri incelemek olursa, en yüksek ortalama K içeriğinin (%8.13) olduğu dönem, birinci yıl sonbahar dönemi olarak öne çıkmaktadır. Bunu ikinci yıl ilkbahar dönemi (%7.13), birinci yıl sonbahar dönemi (%6.69) ve birinci yıl ilkbahar dönemi (%6.24) takip etmiştir. Dönem faktörlerinden elde edilen K içeriği değerlerine göre elde edilen en yüksek değerlerin olduğu dönemin, ikinci yıl sonbahar dönemi olduğu ve en düşük değerlerin olduğu dönemin ise birinci yıl ilkbahar döneminde olduğu belirlenmektedir (Çizelge 4.16). Burada hem iklimsel veriler hem de birincil yıl yapılan

gübrelemenin depozit etkisinin olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla birinci yıl yapılan gübrenin de etkisiyle ikinci yıl değerleri daha yüksek çıkmaktadır.

Çizelge 4.16. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının potasyum (K) içeriğine etkisi

| Potasyum (K) (%)           |                                                |                                                |                                         |
|----------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Uygulamalar                | 1. Yıl (2020)<br>Sonbahar Dönemi               | 2. Yıl (2021)<br>Sonbahar Dönemi               | Sonbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                    | 6.08 ± 0.08 <sup>öd</sup>                      | 7.01 ± 0.07                                    | 6.54 ± 0.05 C*                          |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 6.40 ± 0.08                                    | 7.41 ± 0.07                                    | 6.90 ± 0.07 C                           |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 6.58 ± 0.01                                    | 7.64 ± 0.04                                    | 7.11 ± 0.01 BC                          |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 6.69 ± 0.05                                    | 7.95 ± 0.04                                    | 7.32 ± 0.04 BC                          |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 6.85 ± 0.06                                    | 8.28 ± 0.10                                    | 7.56 ± 0.03 B                           |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 6.82 ± 0.08                                    | 8.71 ± 0.11                                    | 7.77 ± 0.05 AB                          |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 7.01 ± 0.10                                    | 8.94 ± 0.04                                    | 7.98 ± 0.03 AB                          |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 7.11 ± .017                                    | 9.12 ± 0.01                                    | 8.11 ± 0.01 A                           |
| <b>Ortalama</b>            | 6.69 ± 0.32 <sup>öd</sup>                      | 8.13 ± 0.72                                    |                                         |
| Uygulamalar                | 1. Yıl (2021)<br>İlkbahar Dönemi               | 2. Yıl (2022)<br>İlkbahar Dönemi               | İlkbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                    | 5.16 ± 0.05 <sup>öd</sup>                      | 5.99 ± 0.01                                    | 5.57 ± 0.02 C*                          |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 5.71 ± 0.20                                    | 6.23 ± 0.04                                    | 5.97 ± 0.07 BC                          |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 6.08 ± 0.08                                    | 6.70 ± 0.09                                    | 6.39 ± 0.05 B                           |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 6.34 ± 0.03                                    | 6.97 ± 0.03                                    | 6.66 ± 0.01 B                           |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 6.49 ± 0.07                                    | 7.39 ± 0.09                                    | 6.94 ± 0.04 B                           |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 6.57 ± 0.01                                    | 7.72 ± 0.14                                    | 7.14 ± 0.08 A                           |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 6.69 ± 0.06                                    | 7.84 ± 0.05                                    | 7.27 ± 0.03 A                           |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 6.85 ± 0.04                                    | 8.19 ± 0.09                                    | 7.52 ± 0.06 A                           |
| <b>Ortalama</b>            | 6.24 ± 0.54 <sup>öd</sup>                      | 7.13 ± 0.75                                    |                                         |
| Uygulamalar                | 1. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | 2. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | Yıllar<br>Ortalaması                    |
| Kontrol                    | 5.62 ± 0.51 <sup>öd</sup>                      | 6.50 ± 0.56                                    | 6.06 ± 0.53 C*                          |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 6.05 ± 0.40                                    | 6.82 ± 0.64                                    | 6.44 ± 0.51 BC                          |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 6.33 ± 0.27                                    | 7.17 ± 0.52                                    | 6.75 ± 0.39 B                           |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 6.52 ± 0.19                                    | 7.46 ± 0.53                                    | 6.99 ± 0.36 AB                          |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 6.67 ± 0.20                                    | 7.83 ± 0.49                                    | 7.25 ± 0.34 AB                          |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 6.70 ± 0.14                                    | 8.22 ± 0.55                                    | 7.46 ± 0.34 AB                          |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 6.85 ± 0.19                                    | 8.39 ± 0.60                                    | 7.62 ± 0.38 A                           |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 6.98 ± 0.14                                    | 8.65 ± 0.51                                    | 7.82 ± 0.32 A                           |
| <b>Ortalama</b>            | 6.46 ± 0.50 <sup>öd</sup>                      | 7.63 ± 0.89                                    |                                         |

\*: P≤0.05 düzeyinde önemli, öd: İstatistiksel olarak önemli değil, veriler ± standart hata olarak ifade edilmiştir.

Çalışmada, K içeriğinden elde edilen değerler %5.16 - 9.12 arasında yer almaktadır. En düşük değerin elde edildiği uygulama kontrol uygulaması, en yüksek değerin elde edildiği uygulama ise çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre uygulaması

olarak belirlenmiştir. Biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre uygulamasının çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Kimyasal gübre uygulamasının ise biyokömür 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlerinin olduğu tespit edilmiştir. Çalışmadaki gübre uygulamalarının kontrol grubuna göre artış gösterdiği ve daha önceki çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir. Biyokömürün ıspanakta K üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, biyokömür uygulamalarının kontrole göre, K içeriğini arttırdığını bildirmişlerdir (Gunes ve ark., 2015). Ispanağa biyokömürün mineral element konsantrasyonları üzerine etkisinin incelendiği başka bir çalışmada, biyokömürün ıspanak bitkisine K alımının etkisi olumlu yönde olmakta ve kontrole göre önemli düzeylerde artırmaktadır (Ouedraogo, 2018). Vermikompost, koyun gübresi ve inek gübresinin ıspanak gelişimine etkisi incelenen bir çalışmada, K içeriğinden elde edilen değerlerin %5.3 ile 7.4 arasında yer almaktadır. Organik gübre uygulamalarının K içeriğini önemli oranda arttırdığı belirlenmiştir (Yalçıntepe, 2021). Ispanakta farklı organik kaynaklı gübre uygulamalarının K etkisine bakılan bir çalışmada, en yüksek K içeriğinin çiftlik gübresi uygulamamasında (23476.75 mg/kg) olduğu, en düşük K içeriğinin ise kontrol uygulamasında (20724.30 mg/kg) olduğu belirlenmiştir. Gübre uygulamalarında K içeriği kontrole göre önemli oranda artmıştır (Yaman, 2019). Ispanak bitkisine organik ve inorganik gübrenin birlikte kullanılmasının K içeriğine etkisine bakılan bir çalışmada ise en yüksek K içeriğinin, tavuk gübresi ve kimyasal gübrenin beraber kullanıldığı uygulamada elde edilmiştir ve genel olarak organik gübrelerin kullanıldığı tüm uygulamalardan elde edilen değerlerin kontrol uygulamasına göre yüksek olduğu belirlenmiştir (Roy ve ark., 2009). Ispanak bitki bünyesindeki K içeriğinin %5.00 - 8.00 arasında olması gerektiğini (Jones ve ark., 1991; Kaçar ve İnal, 2008), başka bir çalışmada ise K içeriğinin %2.32 - 13.28 değer aralığında olması gerektiğini (Kaynar ve ark., 2018) tespit etmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen K içeriği değerlerinin literatürde belirtilen bulgular ile genelde uyumlu olduğu gözlenmektedir.

#### Kalsiyum (Ca) içeriği

Sonbahar ve ilkbahar döneminde arazi şartlarında yetiştiriciliği yapılan ıspanak bitkisinin kalsiyum (Ca) içeriğine biyokömür ve çiftlik gübresinin etkisi Çizelge 4.17’de

belirtilmiştir. Gübre uygulamalarının Ca içeriğine etkisi istatistiki açıdan ( $P \leq 0.05$ ) önemli bulunmuştur. Dönem ve gübre uygulamaları arasındaki farklar ve dönem x gübre uygulamaları interaksiyonu istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Ca içeriğine gübrelemenin etkisi irdelenecek olursa, birinci yıl ve ikinci yıl sonbahar dönemi en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (%1.30) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (%0.86) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (%1.26), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (%1.22), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (%1.18), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (%1.08), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (%1.03) ve kimyasal gübre (%0.92) uygulamaları takip etmiştir. Birinci yıl ve ikinci yıl ilkbahar dönemi Ca içeriğinde en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (%1.21) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (%0.77) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (%1.16), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (%1.02), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (%0.96), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (%0.88), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (%0.84) ve kimyasal gübre (%0.77) takip etmiştir. Yıllar ortalamalarını irdelenecek olursa, Ca içeriğinde en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (%1.24) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (%0.80) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (%1.23), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (%1.12), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (%1.07), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (%0.98), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (%0.93) ve kimyasal gübre (%0.85) uygulamaları takip etmiştir. Elde edilen Ca değerlerine göre en yüksek ortalama değerin (%9.12) elde edildiği dönem ve uygulamanın, ikinci yıl ilkbahar dönemindeki çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre uygulaması olduğu ve en düşük değerin (%0.69) olduğu uygulama ve dönemin ise birinci yılı ilkbahar dönemindeki kontrol uygulaması olarak tespit edilmiştir. Gübre uygulamaları, kontrole göre Ca içeriğinde önemli artışlar gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının kalsiyum (Ca) içeriğine etkisi

| Kalsiyum (Ca) (%)          |                                                |                                               |                                         |
|----------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Uygulamalar                | 1. Yıl (2020)<br>Sonbahar Dönemi               | 2. Yıl (2021)<br>Sonbahar Dönemi              | Sonbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                    | 0.79 ± 0.02 <sup>öd</sup>                      | 0.93 ± 0.02                                   | 0.86 ± 0.01 C*                          |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 0.82 ± 0.01                                    | 1.02 ± 0.01                                   | 0.92 ± 0.01 BC                          |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 0.92 ± 0.02                                    | 1.14 ± 0.01                                   | 1.03 ± 0.07 B                           |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 0.95 ± 0.04                                    | 1.20 ± 0.01                                   | 1.08 ± 0.02 B                           |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 1.10 ± 0.07                                    | 1.25 ± 0.04                                   | 1.18 ± 0.02 AB                          |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 1.15 ± 0.07                                    | 1.30 ± 0.05                                   | 1.22 ± 0.04 AB                          |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 1.18 ± 0.01                                    | 1.35 ± 0.05                                   | 1.26 ± 0.08 AB                          |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 1.20 ± .02                                     | 1.40 ± 0.06                                   | 1.30 ± 0.04 A                           |
| <b>Ortalama</b>            | 1.01 ± .156 <sup>öd</sup>                      | 1.20 ± 0.15                                   |                                         |
| Uygulamalar                | 1. Yıl (2021)<br>İlkbahar Dönemi               | 2. Yıl (2022)<br>İlkbahar Dönemi              | İlkbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                    | 0.69 ± 0.03 <sup>öd</sup>                      | 0.79 ± 0.05                                   | 0.74 ± 0.03 BC*                         |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 0.71 ± 0.09                                    | 0.83 ± 0.04                                   | 0.77 ± 0.02 BC                          |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 0.74 ± 0.01                                    | 0.94 ± 0.07                                   | 0.84 ± 0.07 B                           |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 0.79 ± 0.02                                    | 0.97 ± 0.02                                   | 0.88 ± 0.02 B                           |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 0.83 ± 0.03                                    | 1.10 ± 0.01                                   | 0.96 ± 0.02 B                           |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 0.88 ± 0.01                                    | 1.15 ± 0.03                                   | 1.02 ± 0.02 AB                          |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 0.95 ± 0.04                                    | 1.47 ± 0.45                                   | 1.21 ± 0.24 AB                          |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 1.10 ± 0.01                                    | 1.22 ± 0.01                                   | 1.16 ± 0.04 A                           |
| <b>Ortalama</b>            | 0.84 ± 0.13 <sup>öd</sup>                      | 1.06 ± 0.25                                   |                                         |
| Uygulamalar                | 1. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | 2.Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | Yıllar<br>Ortalaması                    |
| Kontrol                    | 0.74 ± 0.56 <sup>öd</sup>                      | 0.86 ± 0.08                                   | 0.80 ± 0.06 C*                          |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 0.77 ± 0.05                                    | 0.93 ± 0.10                                   | 0.85 ± 0.08 BC                          |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 0.83 ± 0.09                                    | 1.04 ± 0.11                                   | 0.93 ± 0.10 B                           |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 0.87 ± 0.09                                    | 1.09 ± 0.12                                   | 0.98 ± 0.11 B                           |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 0.97 ± 0.15                                    | 1.17 ± 0.08                                   | 1.07 ± 0.11 AB                          |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 1.01 ± 0.14                                    | 1.23 ± 0.08                                   | 1.12 ± 0.11 AB                          |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 1.07 ± 0.12                                    | 1.41 ± 0.29                                   | 1.24 ± 0.15 A                           |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 1.15 ± 0.05                                    | 1.31 ± 0.09                                   | 1.23 ± 0.07 A                           |
| <b>Ortalama</b>            | 0.93 ± 0.16 <sup>öd</sup>                      | 1.13 ± 0.21                                   |                                         |

\*:  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemli, öd: İstatistiksel olarak önemli değil, veriler  $\pm$  standart hata olarak ifade edilmiştir.

Dönem faktörleri incelemek olursa, en yüksek ortalama Ca içeriğinin (%1.20) olduğu dönemin, ikinci yıl sonbahar dönemi olduğu belirlenmiştir. Bunu ikinci yıl ilkbahar dönemi (%1.06), birinci yıl sonbahar dönemi (%1.01) ve birinci yılı ilkbahar dönemi (%0.84) takip etmiştir. Birinci yıl (sonbahar dönemi + ilkbahar dönemi) Ca içeriği ortalamaları %0.93 olurken, ikinci yıl (sonbahar dönemi + ilkbahar dönemi) ortalama %1.13 olmuştur. Birinci yıl ve ikinci yıl sonbahar döneminden elde edilen Ca değerlerin,

birinci yıl ve ikinci yıl ilkbahar dönemine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.17). Burada hem iklimsel veriler hem de birincil yıl yapılan gübrelemenin depozit etkisinin olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla birinci yıl yapılan gübrenin de etkisiyle ikinci yıl değerleri daha yüksek çıkmaktadır.

Çalışmada, Ca içeriğinden elde edilen değerler %0.69 - 1.40 arasında yer almaktadır. En düşük değerin elde edildiği uygulama kontrol uygulaması, en yüksek değerin elde edildiği uygulama ise çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre uygulaması olarak belirlenmiştir. Biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre uygulamasının çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Kimyasal gübre uygulamasının ise biyokömür 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlerinin olduğu tespit edilmiştir. Çalışmadaki gübre uygulamalarının kontrol grubuna göre artış gösterdiği ve daha önceki çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir. Dört yıl boyunca yürütülen bir arazi denemesinde, biyokömür uygulamasının (0, 8 ve 20 ton/ha) ıspanak bitkisine etkisi incelenmiş ve biyokömürün ıspanak bitkisinin Ca alımını artırdığını belirtmişlerdir (Major ve ark., 2010). Ispanağa biyokömürün mineral element konsantrasyonları üzerine etkisinin incelendiği başka bir çalışmada, biyokömürün ıspanak bitkisine Ca alımının etkisi olumlu yönde olmakta ve kontrole göre önemli düzeylerde artırmaktadır (Ouedraogo, 2018). Ispanakta farklı organik kaynaklı gübre uygulamalarının Ca etkisine bakıldığı bir çalışmada, en yüksek Ca içeriğinin (14342.42 mg/kg) sığır gübresi uygulamasında olduğu, en düşük Ca içeriğinin (11454.68 mg/kg) ise kontrol uygulamasında olduğu belirlenmiş ve gübre uygulamalarında Ca içeriği, kontrole göre önemli oranda artmıştır (Yaman, 2019). Vermikompost, koyun gübresi ve inek gübresinin farklı dozlarının (%0, 2, 4 ve 8) ıspanak (Matador çeşidi) gelişimine etkisi incelenen bir çalışmada, Ca içeriğinden elde edilen değerlerin %0.6 - 0.8 arasında yer almaktadır. Elde edilen en yüksek Ca içeriğinin, %8 dozun olduğu koyun gübresi uygulamasında (%0.8) saptanmıştır. Organik gübre uygulamalarının Ca içeriğini önemli oranda arttırdığı belirlenmiştir (Yalçıntepe, 2021). Ispanak bitki bünyesindeki Ca içeriğinin %0.70 - 1.20 arasında olması gerektiğini (Jones ve ark., 1991), başka bir çalışmada ise ıspanak bitki bünyesindeki Ca içeriğinin %0.60 - 1.20 aralığında olması gerektiğini (İbrikçi ve ark., 1994) ve paralel bir çalışmada ise ıspanakta %0.16 - 0.35 değer aralığında Ca içerdiğini tespit etmişlerdir (Kaynar ve ark., 2018). Çalışmamızda elde edilen Ca içeriği değerlerinin literatürde belirtilen bulgulardan

bir miktar yüksek çıktığı belirlenmiştir. Bunun nedeni çalışmada kullanılan organik gübrelerin ve ekolojik faktörlerinin etkisinin olduğu düşünülmektedir.

#### Magnezyum (Mg) içeriği

Sonbahar ve ilkbahar döneminde yetiştiriciliği yapılan ıspanak bitkisinin magnezyum (Mg) içeriğine biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının etkisi Çizelge 4.18’de belirtilmiştir. Gübre uygulamalarının Mg içeriğine etkisi istatistiki açıdan ( $P \leq 0.05$ ) önemli bulunmuştur. Dönem ve gübre uygulamaları arasındaki farklar ve dönem x gübre uygulamaları interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Mg içeriğine gübrelemenin etkisi irdelenecek olursa, birinci yıl ve ikinci yıl sonbahar dönemi en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (%1.32) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (%0.81) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (%1.27), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (%1.23), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (%1.18), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (%0.98), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (%0.92) ve kimyasal gübre (%0.87) uygulamaları takip etmiştir. Benzer şekilde birinci yıl ve ikinci yıl ilkbahar dönemi Mg içeriğinde en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (%1.13) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (%0.62) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (%1.02), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (%0.92), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (%0.85), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (%0.75), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (%0.71) ve kimyasal gübre (%0.67) uygulamaları takip etmiştir. Yıllar ortalamalarına etkisine bakılacak olursa Mg içeriğinde en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (%1.22) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (%0.72) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (%1.14), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (%1.07), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (%1.02), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (%0.87), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (%0.82) ve kimyasal gübre (%0.77) uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının magnezyum (Mg) içeriği

| Magnezyum (Mg) (%)         |                                                |                                                |                                         |
|----------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Uygulamalar                | 1. Yıl (2020)<br>Sonbahar Dönemi               | 2. Yıl (2021)<br>Sonbahar Dönemi               | Sonbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                    | 0.77 ± 0.08 <sup>öd</sup>                      | 0.85 ± 0.02                                    | 0.81 ± 0.01 C*                          |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 0.82 ± 0.04                                    | 0.92 ± 0.01                                    | 0.87 ± 0.09 C                           |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 0.86 ± 0.05                                    | 0.97 ± 0.01                                    | 0.92 ± 0.01 BC                          |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 0.91 ± 0.01                                    | 1.04 ± 0.07                                    | 0.98 ± 0.04 BC                          |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 1.12 ± 0.01                                    | 1.23 ± 0.02                                    | 1.18 ± 0.01 B                           |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 1.17 ± 0.01                                    | 1.29 ± 0.04                                    | 1.23 ± 0.03 AB                          |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 1.20 ± 0.06                                    | 1.34 ± 0.02                                    | 1.27 ± 0.01 A                           |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 1.24 ± 0.02                                    | 1.41 ± 0.01                                    | 1.32 ± 0.02 A                           |
| <b>Ortalama</b>            | 1.01 ± 0.18 <sup>öd</sup>                      | 1.13 ± 0.20                                    |                                         |
| Uygulamalar                | 1. Yıl (2021)<br>İlkbahar Dönemi               | 2. Yıl (2022)<br>İlkbahar Dönemi               | İlkbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                    | 0.57± 0.06 <sup>öd</sup>                       | 0.67 ± 0.01                                    | 0.62 ± 0.08 C*                          |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 0.62± 0.01                                     | 0.71 ± 0.01                                    | 0.67 ± 0.06 C                           |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 0.66± 0.05                                     | 0.76 ± 0.09                                    | 0.71 ± 0.07 BC                          |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 0.70± 0.06                                     | 0.80 ± 0.03                                    | 0.75 ± 0.03 B                           |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 0.79± 0.02                                     | 0.92 ± 0.07                                    | 0.85 ± 0.01 B                           |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 0.86± 0.07                                     | 0.97 ± 0.01                                    | 0.92 ± 0.08 AB                          |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 0.90± 0.01                                     | 1.13 ± 0.05                                    | 1.02 ± 0.03 A                           |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 1.04± 0.05                                     | 1.21 ± 0.02                                    | 1.13 ± 0.03 A                           |
| <b>Ortalama</b>            | 0.77± 0.15 <sup>öd</sup>                       | 0.90 ± 0.18                                    |                                         |
| Uygulamalar                | 1. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | 2. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | Yıllar<br>Ortalaması                    |
| Kontrol                    | 0.67 ± 0.10 <sup>öd</sup>                      | 0.76 ± 0.09                                    | 0.72 ± 0.10 C*                          |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 0.72 ± 0.10                                    | 0.82 ± 0.11                                    | 0.77 ± 0.10 C                           |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 0.76 ± 0.10                                    | 0.87 ± 0.11                                    | 0.82 ± 0.11 BC                          |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 0.81 ± 0.11                                    | 0.92 ± 0.13                                    | 0.87 ± 0.12 B                           |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 0.96 ± 0.18                                    | 1.08 ± 0.17                                    | 1.02 ± 0.17 B                           |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 1.02 ± 0.16                                    | 1.13 ± 0.17                                    | 1.07 ± 0.17 AB                          |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 1.05 ± 0.15                                    | 1.23 ± 0.12                                    | 1.14 ± 0.13 AB                          |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 1.14 ± 0.11                                    | 1.31 ± 0.10                                    | 1.22 ± 0.11 A                           |
| <b>Ortalama</b>            | 0.89 ± 0.20 <sup>öd</sup>                      | 1.02 ± 0.22                                    |                                         |

\*:  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemli, öd: İstatistiksel olarak önemli değil, veriler ± standart hata olarak ifade edilmiştir.

Dönem faktörlerinin ıspanakta Mg içeriğine etkisine bakılacak olursa, birinci yıl sonbahar dönemi Mg içeriği ortalamaları %1.01 olurken, ikinci yıl sonbahar dönemi ortalama %1.13 olmuştur. Birinci yıl ilkbahar dönemi Mg içeriği ortalamaları %0.77 olurken, ikinci yıl ilkbahar dönemi ortalama %0.90 olmuştur. Birinci yıl (sonbahar dönemi + ilkbahar dönemi) Mg içeriği ortalamaları %0.89 olurken, ikinci yıl (sonbahar dönemi + ilkbahar dönemi) ortalama %1.02 olmuştur (Çizelge 4.18). Böylelikle ikinci yıl

elde edilen Mg içeriği değerlerin, birinci yıla göre daha yüksek olduğu göze çarpmaktadır. Burada hem iklimsel veriler hem de birincil yıl yapılan gübrelemenin depozit etkisinin olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla birinci yıl yapılan gübrenin de etkisiyle ikinci yıl değerleri daha yüksek çıkmıştır.

Çalışmada, Mg içeriğinden elde edilen değerler %0.57 - 1.41 arasında yer almaktadır. En düşük değerin elde edildiği uygulama kontrol uygulaması, en yüksek değerin elde edildiği uygulama ise çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre uygulaması olarak belirlenmiştir. Biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre uygulamasının çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Kimyasal gübre uygulamasının ise biyokömür 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlerinin olduğu tespit edilmiştir. Çalışmadaki gübre uygulamalarının kontrol grubuna göre artış gösterdiği ve daha önceki çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir. Biyokömür bitkilerin Mg alımına olumlu etkisi vardır ve bitkide Mg artışına neden olmaktadır. Ispanakta farklı organik kaynaklı gübre uygulamalarının Mg etkisine bakıldığı bir çalışmada, en yüksek Mg içeriğinin sığır gübresi uygulamasında (2444.98 mg/kg) olduğu, en düşük Mg içeriğinin ise kontrol uygulamasında (1908.73 mg/kg) olduğu belirlenmiş ve gübre uygulamalarında kontrole göre Mg içeriği önemli oranda artmıştır (Yaman, 2019). Vermikompost, koyun gübresi ve inek gübresinin farklı dozlarının (%0, 2, 4 ve 8) ıspanak (Matador çeşidi) gelişimine etkisi incelenen bir çalışmada, Mg içeriğinden elde edilen değerlerin %0.6 - 1.0 arasında yer almaktadır. Ispanak bitki bünyesindeki Mg içeriğinin %0.60 - 1.00 arasında olması gerektiğini belirlemişlerdir (Jones ve ark., 1991). Paralel bir çalışmada, ıspanakta en az %0.60 oranında Mg içerdiğini ve %0.60'ın altındaki değerlerin düşük Mg içeriği olduğunu belirtmiştir (Dama, 2009). Elde edilen en yüksek Mg içeriğinin, %4 dozun olduğu inek gübresi uygulamasında (%1.0) saptanmıştır (Yalçın-tepe, 2021). Çalışmamızda elde edilen Mg içeriği değerlerinin literatürde belirtilen bulgulardan bir miktar yüksek çıktığı belirlenmiştir. Bunun nedeni çalışmada kullanılan organik gübrelerin ve ekolojik faktörlerinin etkisinin olduğu düşünülmektedir.

### Bakır (Cu) içeriği

Sonbahar ve ilkbahar döneminde yetiştiriciliği yapılan ıspanak bitkisinin bakır (Cu) içeriğine biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının etkisi Çizelge 4.19’da belirtilmiştir. Gübre uygulamalarının Cu içeriğine etkisi istatistiki açıdan ( $P \leq 0.05$ ) önemli bulunmuştur. Dönem ve gübre uygulamaları arasındaki farklar ve dönem x gübre uygulamaları interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Cu içeriğine gübrelemenin etkisi irdelenecek olursa, birinci yıl ve ikinci yıl sonbahar dönemi en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (26.94 ppm) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (18.95 ppm) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (25.69 ppm), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (24.24 ppm), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (23.02 ppm), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (21.70 ppm), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (20.66 ppm) ve kimyasal gübre (19.99 ppm) uygulamaları takip etmiştir. Benzer şekilde birinci yıl ve ikinci yıl ilkbahar dönemi Cu içeriğinde en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (23.65 ppm) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (16.61 ppm) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (22.54 ppm), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (20.75 ppm), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (19.70 ppm), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (18.31 ppm), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (17.67 ppm) ve kimyasal gübre (17.07 ppm) uygulamaları takip etmiştir. Yıllar ortalamalarına etkisine bakılacak olursa, Cu içeriğinde en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (25.30 ppm) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (17.78 ppm) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (24.12 ppm), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (22.49 ppm), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (21.36 ppm), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (20.01 ppm), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (19.16 ppm) ve kimyasal gübre (18.53 ppm) uygulamaları takip etmiştir. Cu değerlerine göre en yüksek ortalama değerin (27.89 ppm) elde edildiği dönem ve uygulamanın, ikinci yılı sonbahar dönemindeki çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre uygulaması olduğu ve en

düşük ortalama değerin (16.10 ppm) elde edildiği dönem ve uygulamanın ise birinci yılı ilkbahar döneminki kontrol uygulaması olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının bakır (Cu) içeriğine etkisi

| Bakır (Cu) (ppm)           |                                                |                                                |                                         |
|----------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Uygulamalar                | 1. Yıl (2020)<br>Sonbahar Dönemi               | 2. Yıl (2021)<br>Sonbahar Dönemi               | Sonbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                    | 18.17 ± 0.16 <sup>öd</sup>                     | 19.74 ± 0.37                                   | 18.95 ± 0.12 C*                         |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 19.17 ± 0.18                                   | 20.80 ± 0.13                                   | 19.99 ± 0.03 BC                         |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 20.26 ± 0.38                                   | 21.06 ± 0.20                                   | 20.66 ± 0.28 B                          |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 21.15 ± 0.21                                   | 22.26 ± 0.26                                   | 21.70 ± 0.22 B                          |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 22.45 ± 0.42                                   | 23.58 ± 0.20                                   | 23.02 ± 0.31 AB                         |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 23.74 ± 0.34                                   | 24.74 ± 0.34                                   | 24.24 ± 0.34 AB                         |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 25.03 ± 0.41                                   | 26.36 ± 0.66                                   | 25.69 ± 0.47 A                          |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 25.99 ± 0.11                                   | 27.89 ± 0.06                                   | 26.94 ± 0.04 A                          |
| <b>Ortalama</b>            | 21.99 ± 2.68 <sup>öd</sup>                     | 23.30 ± 2.75                                   |                                         |
| Uygulamalar                | 1. Yıl (2021)<br>İlkbahar Dönemi               | 2. Yıl (2022)<br>İlkbahar Dönemi               | İlkbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                    | 16.10 ± 0.15 <sup>öd</sup>                     | 17.13 ± 0.18                                   | 16.61 ± 0.16 C*                         |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 16.34 ± 0.11                                   | 17.81 ± 0.49                                   | 17.07 ± 0.29 C                          |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 16.76 ± 0.11                                   | 18.59 ± 0.20                                   | 17.67 ± 0.14 BC                         |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 17.31 ± 0.14                                   | 19.30 ± 0.28                                   | 18.31 ± 0.08 BC                         |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 18.95 ± 0.69                                   | 20.45 ± 0.42                                   | 19.70 ± 0.52 B                          |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 20.08 ± 0.38                                   | 21.42 ± 0.27                                   | 20.75 ± 0.17 AB                         |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 22.04 ± 0.41                                   | 23.04 ± 0.41                                   | 22.54 ± 0.41 A                          |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 23.33 ± 0.49                                   | 23.98 ± 0.11                                   | 23.65 ± 0.22 A                          |
| <b>Ortalama</b>            | 18.86 ± 2.63 <sup>öd</sup>                     | 20.21 ± 2.36                                   |                                         |
| Uygulamalar                | 1. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | 2. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | Yıllar<br>Ortalaması                    |
| Kontrol                    | 17.13 ± 1.13 <sup>öd</sup>                     | 18.43 ± 1.45                                   | 17.78 ± 1.28 C*                         |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 17.75 ± 1.55                                   | 19.30 ± 1.67                                   | 18.53 ± 1.60 BC                         |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 18.51 ± 1.93                                   | 19.82 ± 1.36                                   | 19.16 ± 1.64 B                          |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 19.23 ± 2.10                                   | 20.78 ± 1.63                                   | 20.01 ± 1.86 B                          |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 20.70 ± 1.98                                   | 22.02 ± 1.74                                   | 21.36 ± 1.85 AB                         |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 21.91 ± 2.03                                   | 23.08 ± 1.84                                   | 22.49 ± 1.92 AB                         |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 23.53 ± 1.67                                   | 24.70 ± 1.88                                   | 24.12 ± 1.77 A                          |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 24.66 ± 1.49                                   | 25.93 ± 2.14                                   | 25.30 ± 1.80 A                          |
| <b>Ortalama</b>            | 20.43 ± 3.06 <sup>öd</sup>                     | 21.76 ± 2.98                                   |                                         |

\*: P≤0.05 düzeyinde önemli, öd: İstatistiksel olarak önemli değil, veriler ± standart hata olarak ifade edilmiştir.

Dönem faktörlerinin ıspanakta Cu içeriğine etkisine bakılacak olursa, birinci yıl sonbahar dönemi Cu içeriği ortalamaları 21.99 ppm olurken, ikinci yıl sonbahar dönemi ortalama 23.30 ppm olmuştur. Birinci yıl ilkbahar dönemi Cu içeriği ortalamaları 18.86

ppm olurken, ikinci yıl ilkbahar dönemi ortalama 20.21 ppm olmuştur. Birinci yıl (sonbahar dönemi + ilkbahar dönemi) Cu içeriği ortalamaları 20.43 ppm olurken, ikinci yıl (sonbahar dönemi + ilkbahar dönemi) ortalama 21.76 ppm olmuştur (Çizelge 4.19). Böylelikle ikinci yıl elde edilen Cu içeriği değerlerin, birinci yıla göre daha yüksek olduğu göze çarpmaktadır. Burada hem iklimsel veriler hem de birincil yıl yapılan gübrelemenin depozit etkisinin olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla birinci yıl yapılan gübrenin de etkisiyle ikinci yıl değerleri daha yüksek çıkmıştır.

Çalışmada, Cu içeriği değerleri 16.10 - 27.89 ppm arasında yer almaktadır. En düşük değerin elde edildiği uygulama kontrol uygulaması, en yüksek değerin elde edildiği uygulama ise çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre uygulaması olarak belirlenmiştir. Biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre uygulamasının çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Kimyasal gübre uygulamasının ise biyokömür 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlerinin olduğu tespit edilmiştir. Çalışmadaki gübre uygulamalarının kontrol grubuna göre artış gösterdiği ve daha önceki çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir. Ispanağa kimyasal gübre (NPK) ve organik gübrelerin (çiftlik gübresi, tavuk gübresi ve kompost) etkisi araştırılan bir çalışmada, bakılan uygulamalar arasında en yüksek Cu içeriğinin çiftlik gübresi ile kimyasal gübrenin birlikte kullanıldığı uygulamada tespit edilmiştir (Shaheen ve ark., 2017). Ispanak bitkisine farklı organik ve inorganik gübrelerin kalite özellikleri ve verime etkisi araştırılan bir çalışmada, bitki besin içeriklerine bakılmış ve Cu içeriğinin organik gübre uygulamalarında kontrol uygulamasına göre önemli oranda arttığı belirlenmiştir (Demir ve Sönmez, 2019). Ispanak bitki bünyesindeki Cu içeriğinin 5 - 25 mg kg<sup>-1</sup> arasında olması gerektiğini (Jones ve ark., 1991), başka bir çalışmada ise ıspanak bitki bünyesindeki Cu içeriğinin 6.90 - 11.50 mg kg<sup>-1</sup> aralığında olması gerektiğini (Kaynar ve ark., 2018) ve başka bir çalışmada ise ıspanakta 4.55 - 14.00 ppm değer aralığında Cu içerdiğini tespit etmişlerdir (Uyan, 2011). Salamani ve ark. (2014) tarafında yapmış oldukları bir çalışmada, biyokömürün Cu adsorbe etmesi nedeniyle bitkinin Cu alımını azalttığı belirlemişlerdir. Çalışmamızdan elde edilen bazı Cu içeriği değerleri literatürde belirtilen bulgulardan bir miktar yüksek bulunmuştur. Bu çalışmada hem çalışmada kullanılan gübrelerden dolayı hem de ekolojik faktörlerden dolayı olduğu düşünülmektedir.

### Çinko (Zn) içeriği

Sonbahar ve ilkbahar döneminde iki yıl boyunca arazi şartlarında yetiştiriciliği yapılan ıspanak bitkisinin çinko (Zn) içeriğine biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının etkisi Çizelge 4.20’de belirtilmiştir. Gübre uygulamalarının Zn içeriğine etkisi istatistiki açıdan ( $P \leq 0.05$ ) önemli bulunmuştur. Dönem ve gübre uygulamaları arasındaki farklar ve dönem x gübre uygulamaları interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Zn içeriğine gübrelemenin etkisi irdelenecek olursa, birinci yıl ve ikinci yıl sonbahar dönemi en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (134.48 ppm) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (122.20 ppm) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (133.37 ppm), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (131.09 ppm), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (129.78 ppm), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (128.73 ppm), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (127.02 ppm) ve kimyasal gübre (125.13 ppm) uygulamaları takip etmiştir. Benzer şekilde birinci yıl ve ikinci yıl ilkbahar dönemi Zn içeriğinde en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (127.23 ppm) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (117.49 ppm) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (126.10 ppm), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (124.49 ppm), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (122.79 ppm), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (121.23 ppm), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (120.05 ppm) ve kimyasal gübre (118.77 ppm) uygulamaları takip etmiştir. Yıllar ortalamalarına etkisine bakılacak olursa Zn içeriğinde en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (130.86 ppm) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (119.85 ppm) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (129.74 ppm), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (127.79 ppm), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (126.28 ppm), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (124.98 ppm), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (123.53 ppm) ve kimyasal gübre (121.95 ppm) uygulamaları takip etmiştir. (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının çinko (Zn) içeriğine etkisi

| Çinko (Zn) (ppm)           |                                                |                                                |                                         |
|----------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Uygulamalar                | 1. Yıl (2020)<br>Sonbahar Dönemi               | 2. Yıl (2021)<br>Sonbahar Dönemi               | Sonbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                    | 120.16 ± 0.06 <sup>öd</sup>                    | 124.25 ± 0.92                                  | 122.20 ± 0.48 C*                        |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 121.38 ± 0.12                                  | 128.88 ± 0.62                                  | 125.13 ± 0.37 BC                        |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 121.98 ± 0.64                                  | 132.07 ± 0.73                                  | 127.02 ± 0.68 B                         |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 123.71 ± 0.45                                  | 133.75 ± 0.40                                  | 128.73 ± 0.43 B                         |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 124.64 ± 0.51                                  | 134.91 ± 0.58                                  | 129.78 ± 0.45 AB                        |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 126.15 ± 0.51                                  | 136.03 ± 0.31                                  | 131.09 ± 0.41 AB                        |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 127.69 ± 0.08                                  | 139.05 ± 0.70                                  | 133.37 ± 0.39 A                         |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 128.33 ± 1.04                                  | 140.63 ± 0.69                                  | 134.48 ± 0.65 A                         |
| <b>Ortalama</b>            | 124.25 ± 2.89 <sup>öd</sup>                    | 133.69 ± 5.12                                  |                                         |
| Uygulamalar                | 1. Yıl (2021)<br>İlkbahar Dönemi               | 2. Yıl (2022)<br>İlkbahar Dönemi               | İlkbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                    | 115.69 ± 0.50 <sup>öd</sup>                    | 119.30 ± 0.57                                  | 117.49 ± 0.47 C*                        |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 116.77 ± 0.65                                  | 120.77 ± 0.43                                  | 118.77 ± 0.53 C                         |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 117.67 ± 0.64                                  | 122.43 ± 0.19                                  | 120.05 ± 0.34 BC                        |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 119.12 ± 0.87                                  | 123.34 ± 0.25                                  | 121.23 ± 0.53 B                         |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 120.85 ± 0.61                                  | 124.73 ± 0.43                                  | 122.79 ± 0.52 B                         |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 122.19 ± 0.49                                  | 126.79 ± 0.63                                  | 124.49 ± 0.49 AB                        |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 123.57 ± 0.16                                  | 128.64 ± 0.13                                  | 126.10 ± 0.14 A                         |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 124.82 ± 0.54                                  | 129.65 ± 0.36                                  | 127.23 ± 0.43 A                         |
| <b>Ortalama</b>            | 120.08 ± 3.20 <sup>öd</sup>                    | 124.45 ± 3.54                                  |                                         |
| Uygulamalar                | 1. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | 2. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | Yıllar<br>Ortalaması                    |
| Kontrol                    | 117.92 ± 2.46 <sup>öd</sup>                    | 121.77 ± 2.79                                  | 119.85 ± 2.61 C*                        |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 119.08 ± 2.56                                  | 124.82 ± 4.46                                  | 121.95 ± 3.50 C                         |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 119.82 ± 2.42                                  | 127.25 ± 5.30                                  | 123.53 ± 3.85 BC                        |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 121.41 ± 2.58                                  | 128.54 ± 5.71                                  | 124.98 ± 4.13 B                         |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 122.74 ± 2.13                                  | 129.82 ± 5.59                                  | 126.28 ± 3.85 B                         |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 124.17 ± 2.21                                  | 131.41 ± 5.07                                  | 127.79 ± 3.63 AB                        |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 125.63 ± 2.26                                  | 133.85 ± 5.72                                  | 129.74 ± 3.98 A                         |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 126.57 ± 2.06                                  | 135.14 ± 6.03                                  | 130.86 ± 4.00 A                         |
| <b>Ortalama</b>            | 122.17 ± 3.68 <sup>öd</sup>                    | 129.07 ± 6.38                                  |                                         |

\*: P≤0.05 düzeyinde önemli, öd: İstatistiksel olarak önemli değil, veriler ± standart hata olarak ifade edilmiştir.

Dönem faktörlerinin ıspanaktaki Zn içerisine bakılacak olursa, birinci yıl sonbahar dönemi ortalaması 124.25 ppm olurken, ikinci yıl sonbahar dönemi ortalama 133.69 ppm olmuştur. Birinci yıl ilkbahar dönemi Zn içeriği ortalama 120.08 ppm olurken, ikinci yıl ilkbahar dönemi ortalama 124.45 ppm olmuştur. Birinci yıl (sonbahar dönemi + ilkbahar dönemi) Zn içeriği ortalama 122.17 ppm olurken, ikinci yıl (sonbahar dönemi + ilkbahar dönemi) ortalaması 129.07 ppm olmuştur. İkinci yıl elde edilen Zn içeriği değerlerin, birinci yıla göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.20). Burada hem iklimsel

veriler hem de birincil yıl yapılan gübrelemenin depozit etkisinin olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla birinci yıl yapılan gübrenin de etkisiyle ikinci yıl değerleri daha yüksek çıkmıştır.

Çalışmada, Zn içeriği değerleri 115.69 - 140.63 ppm arasında yer almaktadır. En düşük değerin elde edildiği uygulama kontrol uygulaması, en yüksek değerin elde edildiği uygulama ise çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre uygulaması olarak belirlenmiştir. Biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre uygulamasının çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Kimyasal gübre uygulamasının ise biyokömür 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlerinin olduğu tespit edilmiştir. Çalışmadaki gübre uygulamalarının kontrol grubuna göre artış gösterdiği ve daha önceki çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir. Ispanağa biyokömürün mineral element konsantrasyonları üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, biyokömür ıspanak bitkisinin Zn alımını olumlu yönde etkilemiş ve kontrole göre artırmıştır (Ouedraogo, 2018). Ispanakta farklı organik gübre (tavuk gübresi, sığır gübresi, koyun gübresi, hindi gübresi, vermikompost ve kimyasal gübre) uygulamalarının Zn etkisine bakılan bir çalışmada, en yüksek Zn içeriğinin (97.06 mg/kg) sığır gübresinde olduğu, en düşük Zn içeriğinin (74.06 mg/kg) ise kontrolde olduğu belirlenmiş ve gübre uygulamalarında Zn içeriği, kontrole göre önemli oranda artmıştır (Yaman, 2019). Ispanağa kimyasal gübre (NPK) ve organik gübrelerin (çiftlik gübresi, tavuk gübresi ve kompost) etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, en yüksek Zn içeriğinin çiftlik gübresi ile kimyasal gübrenin birlikte kullanıldığı uygulamada tespit edilmiştir (Shaheen ve ark., 2017). Vermikompost, koyun gübresi ve inek gübresinin ıspanak gelişimine etkisi incelenen bir çalışmada, 5 farklı organik gübre dozu (%0, 2, 4, 6 ve 8) çalışılmıştır. Uygulamalar sonunda Zn içeriğinden elde edilen değerlerin 113.1 - 138.0 ppm arasında yer almaktadır. Organik gübre uygulamalarının Zn içeriğini önemli oranda arttırdığı belirlenmiştir. En yüksek Zn içeriğinin elde edildiği uygulamanın %6 dozunda koyun gübresi (138.0 ppm) uygulamasının olduğu tespit edilmiştir (Yalçın-tepe, 2021). Ispanak bitki bünyesindeki Zn içeriğinin 25 - 100 mg kg<sup>-1</sup> arasında olması gerektiğini ve Zn içeriğinin 25 mg kg<sup>-1</sup>'den düşük olmasının Zn içeriği bakımında düşük miktar olarak belirlenir (Jones ve ark., 1991, Kacar ve İnal, 2008). Paralel bir çalışmada, ıspanağın 81.00 - 106.00 ppm değer aralığında Zn içerdiğini tespit edilmiştir (Uyan, 2011). Bazı çalışmada ise Zn düzeyinin 65 ppm civarında (Dama, 2009), 71.03-132.8 mg/kg (Sheikhi

ve Ronaghi, 2012) olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmamızdan elde edilen Zn içeriği değerlerinin literatürde belirtilen bulgular ile genel olarak uyumlu olduğu gözlenmektedir.

### Demir (Fe) içeriği

Arazi koşullarında farklı dönemlerde iki yıl boyunca yetiştiriciliği yapılan ıspanak bitkisinin Fe içeriğine biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının etkisi Çizelge 4.21’de belirtilmiştir. Gübre uygulamalarının Fe içeriğine etkisi istatistiki açıdan ( $P \leq 0.05$ ) önemli bulunmuştur. Dönem ve gübre uygulamaları arasındaki farklar ve dönem x gübre uygulamaları interaksyonu da istatistiki olarak önemli ( $P \leq 0.05$ ) bulunmuştur. Gübrelemenin Fe içeriğine etkisi irdelenecek olursa, birinci yıl ve ikinci yıl sonbahar dönemi en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (2042.96 ppm) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (1204.88 ppm) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (1979.11 ppm), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (1858.35 ppm), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (1731.79 ppm), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (1578.32 ppm), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (1420.10 ppm) ve kimyasal gübre (1336.80 ppm) uygulamaları takip etmiştir. Benzer şekilde birinci yıl ve ikinci yıl ilkbahar döneminde Fe içeriğinde en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (1785.48 ppm) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (1081.10 ppm) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (1712.83 ppm), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (1609.79 ppm), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (1508.44 ppm), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (1417.05 ppm), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (1298.46 ppm) ve kimyasal gübre (1156.08 ppm) uygulamaları takip etmiştir. Yıllar ortalamalarının Fe içeriğine etkisi değerlendirecek olursa, en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (1914.22 ppm) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (1142.99 ppm) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (1845.97 ppm), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (1734.07

ppm), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (1620.12 ppm), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (1497.68), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (1359.28 ppm) ve kimyasal gübre (1246.44 ppm) uygulamaları takip etmiştir. Elde edilen Fe değerlerine göre en yüksek ortalama değerin (2147.97 ppm) elde edildiği dönem ve uygulamanın, ikinci yılı sonbahar dönemindeki çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (1027.75 ppm) elde edildiği dönem ve uygulamanın ise birinci yılı ilkbahar döneminki kontrol uygulaması olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.21).

Gübre uygulamalarında Fe içeriği, kontrole kıyasla önemli ölçüde artmıştır. Çalışmada çiftlik gübresi + kimyasal gübre uygulamalarının, biyokömür + kimyasal gübre, kimyasal gübre ve kontrol uygulamalarına göre yüksek sonuçların olduğu uygulamalar olarak öne çıkmaktadır. Çiftlik gübresinde doz miktarı arttıkça Fe içeriğinde de artışlar olmuştur.

Dönem faktörlerinin Fe içeriği etkisine bakıldığında, birinci yıl sonbahar dönemi Fe içeriği ortalamaları 1565.59 ppm olurken, ikinci yıl sonbahar dönemi ortalaması 1722.49 ppm olmuştur. Birinci yıl ilkbahar dönemi Fe içeriği ortalama 1351.27 ppm olurken, ikinci yıl ilkbahar dönemi ortalaması 1541.04 ppm olmuştur. Birinci yıl (sonbahar dönemi + ilkbahar dönemi) Fe içeriği ortalaması 1458.43 ppm olurken, ikinci yıl (sonbahar dönemi + ilkbahar dönemi) ortalama 1631.76 ppm olmuştur (Çizelge 4.21). Birinci yıl sonbahar dönemi ve ikinci yıl sonbahar dönemi ile birinci yıl ilkbahar dönemi ve ikinci yıl ilkbahar dönemi değerlendirilecek olursa, en yüksek ortalama Fe içeriği değerinin ikinci yıl sonbahar dönemlerinde olduğu görülmüştür. Bunu birinci yıl sonbahar dönemi, ikinci yıl ilkbahar dönemi ve birinci yıl ilkbahar dönemi takip etmiştir. Burada hem iklimsel veriler hem de birincil yıl yapılan gübrelemenin depozit etkisinin olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla birinci yıl yapılan gübrenin de etkisiyle ikinci yıl değerleri daha yüksek çıkmaktadır.

Çizelge 4.21. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının demir (Fe) içeriğine etkisi

| Demir (Fe) (ppm)           |                                                |                                                |                                         |
|----------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Uygulamalar                | 1. Yıl (2020)<br>Sonbahar Dönemi               | 2. Yıl (2021)<br>Sonbahar Dönemi               | Sonbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                    | 1174.72 ± 16.624 f*                            | 1235.03 ± 21.64 e                              | 1204.88 ± 14.1E*                        |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 1283.57 ± 71.873 de                            | 1390.03 ± 9.89 de                              | 1336.80 ± 35.10D                        |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 1366.67 ± 18.002 de                            | 1473.53 ± 24.88 d                              | 1420.10 ± 20.89C                        |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 1509.15 ± 59.836 cd                            | 1647.48 ± 61.57 c                              | 1578.32 ± 54.3BC                        |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 1633.42 ± 75.820 c                             | 1830.17 ± 81.62 b                              | 1731.79 ± 78.72B                        |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 1739.78 ± 57.101 bc                            | 1976.9 1± 4.06 ab                              | 1858.35 ± 29.81B                        |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 1874.44 ± 4.935 b                              | 2083.77 ± 12.83 ab                             | 1979.11 ± 5.4AB                         |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 1942.96 ± 31.334 ab                            | 2142.97 ± 31.40 a                              | 2042.96 ± 31.36A                        |
| <b>Ortalama</b>            | 1565.59 ± 270.43 B*                            | 1722.49 ± 324.62 A                             |                                         |
| Uygulamalar                | 1. Yıl (2021)<br>İlkbahar Dönemi               | 2. Yıl (2022)<br>İlkbahar Dönemi               | İlkbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                    | 1027.75 ± 28.24 f*                             | 1134.46 ± 21.97 e                              | 1081.10 ± 20.1E*                        |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 1107.58 ± 10.34 e                              | 1204.58 ± 14.13 de                             | 1156.08 ± 12.02D                        |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 1203.39 ± 21.12 de                             | 1393.53 ± 76.30 d                              | 1298.46 ± 38.1D                         |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 1348.89 ± 30.33 d                              | 1485.22 ± 81.43 cd                             | 1417.05 ± 54.85C                        |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 1400.11 ± 63.44 cd                             | 1616.77 ± 46.44 bc                             | 1508.44 ± 54.61C                        |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 1506.46 ± 55.21 c                              | 1713.12 ± 50.68 b                              | 1609.79 ± 52.6BC                        |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 1574.58 ± 4.82 c                               | 1851.07 ± 59.93 b                              | 1712.83 ± 30.90B                        |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 1641.39 ± 29.27 bc                             | 1929.57 ± 55.63 a                              | 1785.48 ± 41.24A                        |
| <b>Ortalama</b>            | 1351.27 ± 214.65 B*                            | 1541.04 ± 280.25 A                             |                                         |
| Uygulamalar                | 1. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | 2. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | Yıllar<br>Ortalaması                    |
| Kontrol                    | 1101.23 ± 83.12 f*                             | 1184.75 ± 58.43 de                             | 1142.99 ± 69.5F*                        |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 1195.58 ± 106.77 de                            | 1297.30 ± 102.16 d                             | 1246.44 ± 101.7E                        |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 1285.03 ± 91.13 d                              | 1433.53 ± 67.05 cd                             | 1359.28 ± 72.07D                        |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 1429.02 ± 97.49 cd                             | 1566.35 ± 109.85 c                             | 1497.68 ± 100.9C                        |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 1516.76 ± 142.26 c                             | 1723.47 ± 131.10 bc                            | 1620.12 ± 136.5B                        |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 1623.12 ± 137.31 bc                            | 1845.02 ± 148.02 b                             | 1734.07 ± 141.4B                        |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 1724.51 ± 164.29 bc                            | 1967.42 ± 133.22 ab                            | 1845.97 ± 147.1A                        |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 1792.17 ± 167.38 bc                            | 2036.27 ± 123.66 a                             | 1914.22 ± 144.7A                        |
| <b>Ortalama</b>            | 1458.43 ± 264.69 B*                            | 1631.76 ± 313.70 A                             |                                         |

\*: P≤0.05 düzeyinde önemli, öd: İstatistiksel olarak önemli değil, veriler ± standart hata olarak ifade edilmiştir.

Çalışmada, Fe içeriği 1027.75 - 2142.97 ppm değerleri arasında yer almaktadır. En düşük değer in elde edildiği uygulama kontrol uygulaması, en yüksek değer in elde edildiği uygulama ise çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre uygulaması olarak belirlenmiştir. Biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre uygulamasının, çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Kimyasal gübre uygulamasının ise biyokömür 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlerinin olduğu tespit edilmiştir. Çalışmadaki gübre uygulamalarının kontrol

grubuna göre artış gösterdiği ve daha önceki çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir. Ispanak bitkisine inorganik ve organik gübrelerin etkisi bakılan bir çalışmada, en yüksek Fe içeriği değerinin inek gübresi ve kimyasal gübrenin birlikte kullanıldığı uygulamada, en düşük Fe içeriği değerinin ise kontrol uygulamasında olduğu tespit edilmiştir (Roy ve ark., 2009). Benzer bir çalışmada, ıspanağa kimyasal gübre (NPK) ve organik gübrelerin (çiftlik gübresi, tavuk gübresi ve kompost) etkisi araştırılmış ve en yüksek Fe içeriğinin çiftlik gübresi ile kimyasal gübrenin birlikte kullanıldığı uygulamada tespit edilmiştir (Shaheen ve ark., 2017). Ispanakta farklı organik gübre uygulamalarının Fe etkisine bakılan bir çalışmada, en yüksek Fe içeriğinin (1709.6 ppm) hindi gübresinde olduğu, en düşük Fe içeriğinin (1077.8 ppm) ise kontrol uygulamasında olduğu belirlenmiş ve gübre uygulamalarında Fe içeriği, kontrole göre önemli oranda artmıştır (Yaman, 2019). Ispanakta vermikompost ve kimyasal gübre uygulamalarının mineral madde içeriğine etkisi çalışılan bir çalışmada, elde edilen en yüksek Fe içeriğinin olduğu uygulamanın vermikompost uygulaması olduğu ve kontrol uygulamasına göre artırdığı saptanmıştır (Altuntas ve ark., 2018). Ispanak bitki bünyesindeki Fe içeriğinin 60 - 200 mg kg<sup>-1</sup> arasında (Kacar ve İnal, 2008), başka bir çalışmada ise ıspanaktaki Fe içeriğinin 96.1 - 295.6 mg kg<sup>-1</sup> aralığında olması gerektiğini bildirmişlerdir (Kaynar ve ark., 2018). Ispanağa solucan gübresi ve karaizopot uygulamalarının besin maddesi içeriğine etkisine bakılmış ve gübre uygulamalarından elde edilen değerlere göre, Fe içeriğini artırdığını belirlenmiştir. Fe içeriğinden elde edilen değerlerin 131.67 - 684.0 ppm arasında yer aldığı ve en yüksek değerlerin olduğu uygulamanın karaizopot uygulaması olduğu belirlenmiştir (Toksoy, 2019). Ispanağa organik gübrelerin uygulanmasıyla bitki bünyesinde Fe içeriğinin arttığı belirlenmiştir (Yalçıntepe, 2021). Günlük beslenmede sağlıklı bir bireyin yaklaşık olarak 10 g demir alınması gerekmektedir (Bülbül, 2004). Çalışmamızdaki en yüksek Fe içeriği ikinci yıl sonbahar dönemindeki çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (2142.97 ppm) elde edilmiş, bu miktarda yetiştirilen ıspanaktan 100 g tüketilmesiyle sağlıklı bir bireyin günlük ihtiyacı olan Fe içeriği karşılanabileceği düşünülmektedir. Çalışmamızdan elde edilen Fe içeriği değerlerinin literatürde belirtilen bulgular ile genelde uyumlu olduğu gözlenmektedir.

### Sodyum (Na) içeriği

Sonbahar ve ilkbahar döneminde yetiştiriciliği yapılan ıspanak bitkisinin sodyum (Na) içeriğine biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının etkisi Çizelge 4.22’de belirtilmiştir. Gübre uygulamalarının Na içeriğine etkisi istatistiki açıdan ( $P \leq 0.05$ ) önemli bulunmuştur. Dönem ve gübre uygulamaları arasındaki farklar ve dönem x gübre uygulamaları interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Na içeriğinde gübrelemenin etkisine bakılacak olursa, birinci yıl ve ikinci yıl sonbahar dönemi en düşük ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (0.24 ppm) uygulaması olduğu ve en yüksek ortalama değerin (0.34 ppm) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (0.25 ppm), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (0.26 ppm), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (0.28 ppm), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (0.29 ppm), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (0.30 ppm) ve kimyasal gübre (0.32 ppm) uygulamaları takip etmiştir. Benzer şekilde birinci yıl ve ikinci yıl ilkbahar dönemi Na içeriğinde en düşük ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (0.28 ppm) uygulaması olduğu ve en yüksek ortalama değerin (0.36 ppm) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (0.29 ppm), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (0.31 ppm), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (0.32 ppm), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (0.33 ppm), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (0.34 ppm) ve kimyasal gübre (0.35 ppm) uygulamaları takip etmiştir. Yıllar ortalamalarına bakılacak olursa, Na içeriğinde en düşük ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (0.26 ppm) uygulaması olduğu ve en yüksek ortalama değerin (0.35 ppm) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (0.27 ppm), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (0.28 ppm), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (0.30 ppm), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (0.31 ppm), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (0.32 ppm) ve kimyasal gübre (0.34 ppm) uygulamaları takip etmiştir. Elde edilen Na değerlerine göre en düşük ortalama değerin (0.23 ppm) elde edildiği dönem ve uygulamanın, ikinci yılı sonbahar dönemindeki çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre uygulaması olduğu ve en yüksek ortalama değerin (0.36 ppm) elde edildiği dönem ve uygulamanın ise birinci

yılı ilkbahar döneminki kontrol uygulaması olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.22). Gübre uygulamalarında Na içeriği, kontrole kıyasla önemli ölçüde azalmıştır.

Çizelge 4.22. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının sodyum (Na) içeriğine etkisi

| Sodyum (Na) (ppm)          |                                                |                                                |                                         |
|----------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Uygulamalar                | 1. Yıl (2020)<br>Sonbahar Dönemi               | 2. Yıl (2021)<br>Sonbahar Dönemi               | Sonbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                    | 0.34 ± 0.05 <sup>öd</sup>                      | 0.33 ± 0.05                                    | 0.34 ± 0.02 A*                          |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 0.32 ± 0.05                                    | 0.32 ± 0.00                                    | 0.32 ± 0.02 AB                          |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 0.31 ± 0.01                                    | 0.30 ± 0.05                                    | 0.30 ± 0.07 AB                          |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 0.30 ± 0.05                                    | 0.29 ± 0.01                                    | 0.29 ± 0.07 B                           |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 0.28 ± 0.05                                    | 0.27 ± 0.05                                    | 0.28 ± 0.05 B                           |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 0.27 ± 0.05                                    | 0.25 ± 0.05                                    | 0.26 ± 0.02 BC                          |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 0.26 ± 0.05                                    | 0.24 ± 0.05                                    | 0.25 ± 0.05 C                           |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 0.25 ± 0.05                                    | 0.23 ± 0.05                                    | 0.24 ± 0.02 C                           |
| <b>Ortalama</b>            | 0.29 ± 0.02 <sup>öd</sup>                      | 0.28 ± 0.03                                    |                                         |
| Uygulamalar                | 1. Yıl (2021)<br>İlkbahar Dönemi               | 2. Yıl (2022)<br>İlkbahar Dönemi               | İlkbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                    | 0.36 ± 0.05 <sup>öd</sup>                      | 0.35 ± 0.05                                    | 0.36 ± 0.02 A*                          |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 0.36 ± 0.00                                    | 0.35 ± 0.05                                    | 0.35 ± 0.02 A                           |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 0.35 ± 0.05                                    | 0.34 ± 0.05                                    | 0.34 ± 0.02 AB                          |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 0.33 ± 0.05                                    | 0.32 ± 0.05                                    | 0.33 ± 0.05 B                           |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 0.33 ± 0.05                                    | 0.32 ± 0.05                                    | 0.32 ± 0.05 BC                          |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 0.31 ± 0.05                                    | 0.30 ± 0.05                                    | 0.31 ± 0.02 BC                          |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 0.30 ± 0.01                                    | 0.29 ± 0.01                                    | 0.29 ± 0.01 C                           |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 0.28 ± 0.05                                    | 0.27 ± 0.05                                    | 0.28 ± 0.05 C                           |
| <b>Ortalama</b>            | 0.33 ± 0.02 <sup>öd</sup>                      | 0.32 ± 0.02                                    |                                         |
| Uygulamalar                | 1. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | 2. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | Yıllar<br>Ortalaması                    |
| Kontrol                    | 0.35 ± 0.01 <sup>öd</sup>                      | 0.34 ± 0.01                                    | 0.35 ± 0.01 A*                          |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 0.34 ± 0.01                                    | 0.33 ± 0.01                                    | 0.34 ± 0.01 A                           |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 0.33 ± 0.02                                    | 0.32 ± 0.02                                    | 0.32 ± 0.02 AB                          |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 0.32 ± 0.01                                    | 0.30 ± 0.02                                    | 0.31 ± 0.02 B                           |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 0.31 ± 0.02                                    | 0.29 ± 0.02                                    | 0.30 ± 0.02 B                           |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 0.29 ± 0.02                                    | 0.28 ± 0.02                                    | 0.28 ± 0.02 BC                          |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 0.28 ± 0.01                                    | 0.26 ± 0.02                                    | 0.27 ± 0.02 BC                          |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 0.27 ± 0.01                                    | 0.25 ± 0.02                                    | 0.26 ± 0.01 C                           |
| <b>Ortalama</b>            | 0.31 ± 0.03 <sup>öd</sup>                      | 0.30 ± 0.03                                    |                                         |

\*: P≤0.05 düzeyinde önemli, öd: İstatistiksel olarak önemli değil, veriler ± standart hata olarak ifade edilmiştir.

Dönem faktörlerinin ıspanaktaki Na içeriği etkisine bakılacak olursa, birinci yıl sonbahar dönemi ortalama 0.29 ppm olurken, ikinci yıl sonbahar dönemi ortalaması 0.28 ppm olmuştur. Birinci yıl ilkbahar dönemi Na içeriği ortalaması 0.33 ppm olurken, ikinci

yıl ilkbahar dönemi ortalama 0.32 ppm olmuştur. Birinci yıl (sonbahar dönemi + ilkbahar dönemi) Na içeriği ortalama 0.31 ppm olurken, ikinci yıl (sonbahar dönemi + ilkbahar dönemi) ortalaması 0.30 ppm olmuştur. Elde edilen Na değerleri (dönem ve dönem x gübre) arasındaki farklar istatistiki açıdan önemli bulunmasa da dönemler (sonbaharın, ilkbahara göre) ve yıllar arasında (ikinci yılın, birinci yıla göre) Na içeriğinde nispeten azalışların olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.22). Burada hem iklimsel veriler hem de birinci yıl yapılan gübrelemenin depozit etkisinin olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla birinci yıl yapılan gübrenin de etkisiyle ikinci yıl değerleri daha düşük çıkmaktadır.

Çalışmada, Na içeriği değerleri 0.23 - 0.36 ppm arasında yer almaktadır. En yüksek değerin elde edildiği uygulama kontrol uygulaması, en düşük değerin elde edildiği uygulama ise çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre uygulaması olarak belirlenmiştir. Biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre uygulamasının çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Kimyasal gübre uygulamasının ise biyokömür 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlerinin olduğu tespit edilmiştir. Çalışmadaki gübre uygulamalarının kontrol grubuna göre azalış gösterdiği ve daha önceki çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir. Ispanakta çeşitli organik gübre uygulamalarının Na etkisine bakılan bir çalışmada, en düşük Na içeriğinin (397.61 mg/kg) koyun gübresinde olduğu, en yüksek Na içeriğinin (597.26 mg/kg) ise kontrol uygulamasında olduğu belirlenmiş ve gübre uygulamalarında Na içeriği, kontrol uygulamasına göre önemli oranda azalmıştır (Yaman, 2019). Ispanak bitkisine farklı dozda ahır gübresi ve kimyasal gübre uygulamalarının makro ve mikro elementi içeriğine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, ahır gübresinin uygulandığı grupta Na içeriği, kontrole göre önemli miktarda azalmış ve en düşük Na içeriği değerinin ise ahır gübresi ile kimyasal gübrenin birlikte kullanıldığında elde edildiği belirlenmiştir (Sajiranı ve ark., 2012). Ispanak bitkisine inorganik ve organik gübrelerin etkisi bakılan bir çalışmada, en yüksek Na içeriği değerinin inek gübresi ve kimyasal gübrenin birlikte kullanıldığı uygulamada, en düşük Na içeriği değerinin ise kontrol uygulamasında olduğu tespit edilmiştir (Roy ve ark., 2009). Çalışmamızdan elde edilen Na içeriği değerlerinin literatürde belirtilen bulgular ile genelde uyumlu olduğu gözlenmektedir.

### Mangan (Mn) içeriği

Sonbahar ve ilkbahar döneminde yetiştiriciliği yapılan ıspanak bitkisindeki mangan (Mn) içeriğine biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamasının etkisi Çizelge 4.23’de belirtilmiştir. Gübre uygulamalarının Mn içeriğine etkisi istatistiki açıdan ( $P \leq 0.05$ ) önemli bulunmuştur. Dönem ve gübre uygulamaları arasındaki farklar ve dönem x gübre uygulamaları interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Gübrelemenin Mn içeriğine etkisi irdelenecek olursa, birinci yıl ve ikinci yıl sonbahar dönemi en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (96.42 ppm) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (51.65 ppm) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (94.04 ppm), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (88.68 ppm), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (73.21 ppm), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (67.59 ppm), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (61.13 ppm) ve kimyasal gübre (56.75 ppm) uygulamaları takip etmiştir. Benzer şekilde birinci yıl ve ikinci yıl ilkbahar dönemi Mn içeriğinde en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (82.32 ppm) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (48.01 ppm) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (78.45 ppm), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (74.20 ppm), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (66.38 ppm), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (60.28 ppm), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (57.96 ppm) ve kimyasal gübre (48.99 ppm) uygulamaları takip etmiştir. Yıllar ortalamalarına bakılacak olursa, Mn içeriğinde en yüksek ortalama değerin elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre (89.37 ppm) uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin (49.83 ppm) elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre (86.24 ppm), çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre (81.44 ppm), biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre (69.79 ppm), biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre (63.93 ppm), biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre (59.54 ppm) ve kimyasal gübre (52.87 ppm) uygulamaları takip etmiştir. Elde edilen Mn değerlerine göre en yüksek ortalama değerin (97.59 ppm) elde edildiği dönem ve uygulamanın, ikinci yılı sonbahar dönemindeki çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre uygulaması olduğu ve en düşük ortalama değerin

(46.68 ppm) elde edildiği dönem ve uygulamanın ise birinci yılı ilkbahar döneminki kontrol uygulaması olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23. Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının mangan (Mn) içeriğine etkisi

| Mangan (Mn) (ppm)          |                                                |                                                |                                         |
|----------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Uygulamalar                | 1. Yıl (2020)<br>Sonbahar Dönemi               | 2. Yıl (2021)<br>Sonbahar Dönemi               | Sonbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                    | 49.99 ± 0.10 <sup>öd</sup>                     | 53.32 ± 0.50                                   | 51.65 ± 0.22 D*                         |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 54.25 ± 1.12                                   | 59.24 ± 0.14                                   | 56.75 ± 0.63 CD                         |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 59.46 ± 0.99                                   | 62.80 ± 0.57                                   | 61.13 ± 0.58 C                          |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 66.09 ± 1.19                                   | 69.09 ± 0.63                                   | 67.59 ± 0.82 BC                         |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 71.54 ± 1.14                                   | 74.88 ± 0.49                                   | 73.21 ± 0.67 B                          |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 86.84 ± 1.48                                   | 90.52 ± 1.11                                   | 88.68 ± 1.28 AB                         |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 93.04 ± 0.51                                   | 95.04 ± 0.51                                   | 94.04 ± 0.51 A                          |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 95.25 ± 0.10                                   | 97.59 ± 1.07                                   | 96.42 ± 0.49 A                          |
| <b>Ortalama</b>            | 72.06 ± 16.94 <sup>öd</sup>                    | 75.31 ± 16.37767                               |                                         |
| Uygulamalar                | 1. Yıl (2021)<br>İlkbahar Dönemi               | 2. Yıl (2022)<br>İlkbahar Dönemi               | İlkbahar<br>Dönemi Yıllar<br>Ortalaması |
| Kontrol                    | 46.68 ± 0.49 <sup>öd</sup>                     | 49.35 ± 1.05                                   | 48.01 ± 0.77 D*                         |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 47.36 ± 0.74                                   | 50.62 ± 0.61                                   | 48.99 ± 0.60 D                          |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 55.96 ± 0.49                                   | 59.96 ± 0.49                                   | 57.96 ± 0.49 CD                         |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 57.27 ± 0.83                                   | 63.28 ± 0.75                                   | 60.28 ± 0.62 C                          |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 63.71 ± 5.50                                   | 69.05 ± 0.66                                   | 66.38 ± 3.00 BC                         |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 72.36 ± 0.70                                   | 76.04 ± 1.19                                   | 74.20 ± 0.93 B                          |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 76.95 ± 1.32                                   | 79.95 ± 0.88                                   | 78.45 ± 0.52 AB                         |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 80.79 ± 0.47                                   | 83.85 ± 0.77                                   | 82.32 ± 0.39 A                          |
| <b>Ortalama</b>            | 62.63 ± 12.58 <sup>öd</sup>                    | 66.51 ± 12.41                                  |                                         |
| Uygulamalar                | 1. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | 2. Yıl<br>Sonbahar Dönemi +<br>İlkbahar Dönemi | Yıllar<br>Ortalaması                    |
| Kontrol                    | 48.33 ± 1.83 <sup>öd</sup>                     | 51.34 ± 2.29                                   | 49.83 ± 2.05 E*                         |
| Kimyasal Gübre (KG)        | 50.81 ± 3.86                                   | 54.93 ± 4.73                                   | 52.87 ± 4.28 DE                         |
| Biyokömür 100kg/da+KG      | 57.71 ± 2.04                                   | 61.38 ± 1.63                                   | 59.54 ± 1.80 D                          |
| Biyokömür 200kg/da+KG      | 61.68 ± 4.91                                   | 66.19 ± 3.24                                   | 63.93 ± 4.05 CD                         |
| Biyokömür 300kg/da+KG      | 67.62 ± 5.56                                   | 71.96 ± 3.23                                   | 69.79 ± 4.21 C                          |
| Çiftlik Gübresi 1ton/da+KG | 79.60 ± 7.99                                   | 83.28 ± 7.99                                   | 81.44 ± 7.99 B                          |
| Çiftlik Gübresi 2ton/da+KG | 85.00 ± 8.85                                   | 87.49 ± 8.29                                   | 86.24 ± 8.55 AB                         |
| Çiftlik Gübresi 3ton/da+KG | 88.02 ± 7.92                                   | 90.72 ± 7.57                                   | 89.37 ± 7.73 A                          |
| <b>Ortalama</b>            | 67.35 ± 15.51 <sup>öd</sup>                    | 70.91 ± 15.04                                  |                                         |

\*: P≤0.05 düzeyinde önemli, öd: İstatistiksel olarak önemli değil, veriler ± standart hata olarak ifade edilmiştir.

Dönem faktörlerinin Mn içerisine etkisine bakılacak olursa, birinci yıl sonbahar dönemi ortalaması 72.06 ppm olurken, ikinci yıl sonbahar dönemi ortalama 75.31 ppm olmuştur. Birinci yıl ilkbahar dönemi Mn içeriği ortalama 62.63 ppm olurken, ikinci yıl ilkbahar dönemi ortalaması 66.51 ppm olmuştur. Birinci yıl (sonbahar dönemi + ilkbahar dönemi) Mn içeriği ortalama 67.35 ppm olurken, ikinci yıl (sonbahar dönemi + ilkbahar dönemi) ortalaması 70.91 ppm olmuştur. İkinci yılın, birini yıla göre Mn içeriğinde nispeten artışların olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.23). Burada hem iklimsel veriler hem de birincil yıl yapılan gübrelemenin depozit etkisinin olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla birinci yıl yapılan gübrenin de etkisiyle ikinci yıl değerleri daha yüksek çıkmaktadır.

Çalışmada, Mn içeriği 46.68 - 97.59 ppm değerleri arasında yer almaktadır. En düşük değerin elde edildiği uygulama kontrol uygulaması, en yüksek değerin elde edildiği uygulama ise çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre uygulaması olarak belirlenmiştir. Biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre uygulamasının çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Kimyasal gübre uygulamasının ise biyokömür 1ton/da+kimyasal gübre uygulamasına yakın değerlerinin olduğu tespit edilmiştir. Çalışmadaki gübre uygulamalarının kontrol grubuna göre artış gösterdiği ve daha önceki çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir. Ispanakta farklı organik gübre (tavuk gübresi, sığır gübresi, koyun gübresi, hindi gübresi, vermikompost ve kimyasal gübre) uygulamalarının Mn etkisine bakılan bir çalışmada, en yüksek Mn içeriğinin (105.27 mg/kg) koyun gübresi uygulamasında olduğu, en düşük Mn içeriğinin (98.05 mg/kg) ise kontrol uygulamasında olduğu belirlenmiş ve gübre uygulamalarında Mn içeriği, kontrole göre önemli oranda artmıştır (Yaman, 2019). Ispanak bitkisine farklı dozda ahır gübresi ve kimyasal gübre uygulamalarının makro ve mikro elementi içeriğine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, ahır gübresinin uygulandığı grupta Mn içeriği, kontrole göre önemli miktarda artmıştır. En yüksek Mn içeriği değeri ise ahır gübresi ile kimyasal gübrenin birlikte kullanıldığında olduğu belirlenmiştir (Sajranı ve ark., 2012).

Ispanak bitki bünyesindeki Mn içeriğinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, yeter Mn düzeyinin 30-250 mg kg<sup>-1</sup> arasında olması gerektiğini ve 250 mg kg<sup>-1</sup> fazla olduğunda ise yeter düzeyinden fazla olduğunu belirtmişlerdir (Jones ve ark., 1991). Bazı çalışmalarda, ıspanakta 81.00 - 106.00 ppm (Uyan, 2011) ve 39.16- 59.18

ppm (Peyvast, 2008) değer aralığında Mn içerdiği tespit edilmiştir. Çalışmamızdan elde edilen bazı Mn içeriği değerlerinin literatürde belirtilen bulgular ile genelde uyumlu olduğu gözlenmektedir.



## 5. SONUÇ

İnsan sağlığı açısından sebzelerin tük edilmesi oldukça önemlidir. Sebzelerin içeriğinde sağlıklı bir bireyin günlük beslenmesinde ihtiyaç duyduğu mineral maddeler ve vitaminler yer almaktadır. Sebze yetiştiriciliğinde gübreleme oldukça önemli bir faktördür. Kaliteli ve verimli bir sebze üretimi için yetiştiriciliği yapılan toprakta yeterli mineral madde bulunmalıdır. Günümüzde sebze üretiminde daha yüksek bir verim alabilmek için yoğun ve bilinçsizce yapılan kimyasal gübreleme söz konusu ve bu insan sağlığını, tarım topraklarını ve üretimde sürdürülebilirliği olumsuz etkilemektedir. Sebze üretiminde, doğru ve dengeli bir gübrelemeye ihtiyaç duyulmaktadır. Bundan dolayı gübrelemenin ayrı bir önemi bulunmaktadır. Toprakta istenilen düzeyde mineral madde bulunmazsa veya yanlış bir gübreleme uygulanırsa tarımsal üretimde verim ve kalite olumsuz etkilenmektedir. Türkiye’de sebze yetiştiriciliğinde genellikle kimyasal gübreler kullanılmaktadır. Sebze yetiştiriciliğinde, kimyasal gübrelerin kullanılmasının yerine organik gübrelerin kullanımının yaygınlaştırılması gereklidir. Organik gübrelerin yaygın olarak kullanılmaya başlanması ile ekolojik denge olumlu yönde etkilenecek ve tarımsal üretimde sürdürülebilirlik sağlanacaktır.

İspanak yetiştiriciliğinde verim ve kalitenin artırılması, toprağın kimyasal ve fiziksel yapısının iyileştirilmesi ve evre kirliliğinin önüne geçmek amacıyla organik gübrelerin kullanılmasıyla bitkide meydana gelen değişimleri incelemek oldukça önemlidir. Bu çalışmada, biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının Van ekolojik koşullarında ıspanak (*Spinacia oleracea* L.) yetiştiriciliği üzerine etkileri çalışılmıştır. Bitkisel materyal olarak Matador ıspanak çeşidi kullanılmıştır. Gübre olarak, 2 organik gübre (biyokömür (meşe odun kömürü) - çiftlik gübresi (koyun gübresi)) ve 1 inorganik gübre (12:8:12 N:P:K, amonyum sülfat ve potasyum sülfat formlarında) olmak üzere 3 farklı gübre kullanılmıştır. Van koşullarında farklı ekim dönemlerinde yapılan bu çalışma ile ıspanakta inorganik kimyasal gübre kullanımına organik gübre takviyesi olarak çiftlik gübresi ve çiftlik gübresine ikame olabilecek biyokömür uygulamalarının ıspanakta (*Spinacia oleracea* L.) kışa dayanım, verim ve kalite üzerine etkisi ve aralarındaki ilişkilerin belirlenmesi amaçlandığı çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Bu çalışmada uygulanan gübre dozları olarak; kontrol uygulaması ve inorganik kimyasal gübre (KG) (N:P:K 12kg:8kg:12kg) uygulaması yanında, KG'ye ilave edilen 3 farklı biyokömür (100, 200 ve 300 kg meşe odun kömürü/da) uygulaması ve yine KG'ye ilave edilen 3 farklı çiftlik gübresi (1, 2 ve 3 ton koyun gübresi/da) uygulaması olarak toplamda 8 uygulama yer almaktadır.

İki yıllık (2020-2021 ve 2021-2022) çalışma sonucunda elde edilen verilerde; bitki sayısı (adet), yaprak sayısı (adet), yaprak kalınlığı (mm), bitki boyu (cm), bitki yaş ağırlığı (g), bitki kuru ağırlığı (g), gövde çapı (mm), yaprak alanı (cm<sup>2</sup>/bitki), toplam verim (g), sapa kalma oranı (%), klorofil değeri (SPAD), membran zararlanma indeksi (%),yaprak oransal su içeriği (%), suda çözünebilir kuru madde miktar (briks<sup>o</sup>), nitrat içeriği (mg kg<sup>-1</sup>) ve besin elementi (K (%), Ca (%), Mg (%), Cu (ppm), Zn (ppm), Fe (ppm), Na (ppm) ve Mn (ppm)) içerikleri bakılmıştır.

Çalışma süresi boyunca her yıl hasattan sonra topraktaki bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları belirlemek amacıyla toprak örnekleri alınmış ve elde edilen değerler Çizelge 3.5-6'da belirtilmiştir. Toprak örneklerinde; kireç (%), tuz (%), pH, EC (ds/m), organik madde miktarı (%) ve besin elementi içerikleri (K (kg/da), Fe (mg/kg), Zn (mg/kg), Mn (mg/kg), Cu (mg/kg), P (kg/da) ve N (%)) belirlenmiştir. Birincil yıl yapılan gübrelemeninde etkisiyle, ikinci yıl yapılan toprak analizi besin elementi içeriği sonuçlarından elde edilen değerlerinin, birinci yıl yapılan toprak analizi sonuçlarına göre daha yüksek çıktığı belirlenmiştir. Dolayısıyla sonbahar döneminin ıspanak yetiştiriciliği için daha uygun bir dönem olduğu ve organik gübrelerin toprağı besin elemeti açısından zenginleştirliği tespit edilmiştir.

İspanakta bitki büyüme ve gelişme parametrelerine ait sonbahar dönemi, ilkbahar dönemi ve yıllar ortalama sonuçlarda; bitki sayısı, yaprak sayısı, yaprak kalınlığı, bitki boyu, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, gövde çapı, yaprak alanı, toplam verim ve klorofil değerini gübre uygulamaları kontrole göre önemli oranda arttırmıştır. Bu parametrelerde en yüksek sonuçların olduğu uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre uygulaması olduğu belirlenmiştir. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre, çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre, biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre, biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre, biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre, kimyasal gübre ve kontrol uygulamaları takip etmiştir.

Ispanakta yaprak oransal su içeriği ve 2020 - 2022 yılları arasındaki suda çözünebilir kuru madde miktarına ait sonbahar dönemi, ilkbahar dönemi ve yıllar ortalama sonuçlarda; gübre uygulamaları, kontrole göre önemli oranda artmıştır. Bu parametrelerde en yüksek sonuçların olduğu uygulama çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre olmuştur.

Ispanakta sapa kalma oranı ve membran zararlanma indeksine ait sonbahar dönemi, ilkbahar dönemi ve yıllar ortalama sonuçlarda; gübre uygulamaları, kontrole göre önemli oranda azalmıştır. Bu parametrelerde en yüksek sonuçların olduğu uygulama kontrol olurken, en düşük değerlerin olduğu uygulamanın çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre uygulaması olmuştur.

Ispanakta nitrat içeriğine ait sonbahar dönemi, ilkbahar dönemi ve yıllar ortalama sonuçlarda; en yüksek sonuçların olduğu uygulama kimyasal gübre olurken, en düşük değerlerin olduğu uygulama kontrol olmuştur. Gübre uygulamalarında, çiftlik gübresi + kimyasal gübre ve biyokömür + kimyasal gübrede doz miktarı arttıkça kontrole göre nitrat içeriğinde nispeten artışların olduğu, fakat yine de bu değerlerin sadece kimyasal gübre uygulaması yapılan uygulamadan daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Ispanakta besin elementi içeriğine ait sonbahar dönemi, ilkbahar dönemi ve yıllar ortalama sonuçlarda; K, Ca, Mg, Cu, Fe, Zn ve Mn içeriğini gübre uygulamaları, kontrole göre önemli oranda arttırmıştır. Bu parametrelerde en yüksek sonuçların olduğu uygulama çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre olmuştur. Bunu çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre, çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre, biyokömür 300kg/da+kimyasal gübre, biyokömür 200kg/da+kimyasal gübre, biyokömür 100kg/da+kimyasal gübre, kimyasal gübre ve kontrol uygulamaları takip etmiştir.

Ispanakta Na içeriğini gübre uygulamaları, kontrole göre önemli miktarda azaltmıştır. En düşük sonuçların elde edildiği uygulamanın, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübre, en yüksek sonuçların elde edildiği uygulamanın ise kontrol uygulaması olduğu sonucuna varılmıştır.

Dönem faktörlerine bakılacak olursa, birinci yıl sonbahar dönemi, ilkbahar dönemine göre bakılan tüm parametrelerde en iyi değerlerin olduğu dönem olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde ikinci yılda yine sonbahar dönemi, ilkbahar dönemine göre daha yüksek değerlerin olduğu dönem olarak belirlenmiştir. Dört dönem boyunca yetiştiriciliği yapılan ıspanak için en iyi sonuçların olduğu dönem ikinci yıl sonbahar

döneminin olduğu tespit edilmiştir. Van ekolojik koşullarda arazi şartlarında ıspanak yetiştiriciliği için elde edilen bulgular doğrultusunda uygun tohum ekim döneminin sonbahar dönemi olduğu sonucuna varılmıştır.

Yapılan bu çalışmada incelenmiş olan tüm parametreler göz önüne alındığında, çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübrenin en iyi sonuçların olduğu uygulama olarak öne çıkmaktadır. Bunu yine çiftlik gübresinin kullanılan diğer dozlar (çiftlik gübresi 2ton/da+kimyasal gübre ve çiftlik gübresi 1ton/da+kimyasal gübre) takip etmiştir. Çiftlik gübresi genel anlamda en iyi sonuçların olduğu gübre olarak belirlenmiştir. Böylelikle ıspanak yetiştiriciliğinde çiftlik gübresinin kimyasal gübreye olumlu katkılarda bulunabileceği sonucuna varılmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda Van ekolojik koşullarında ıspanak yetiştiriciliğinde inorganik kimyasal gübre kullanımına organik gübre takviyesi olarak çiftlik gübresi ve pH değerini düşürecek önlemler ile çiftlik gübresine ikame olabilecek biyokömür uygulamalarının da ıspanakta kışa dayanım, verim ve kaliteyi arttırdığı belirlenmiştir. Sürdürülebilir tarım uygulamalarından, en iyi sonuçların elde edildiği çiftlik gübresi 3ton/da+kimyasal gübrenin farklı doz ve kombinasyonlarının çalışılması hem yetiştirici hem de araştırmacılar için yararlı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca elde edilecek sonuçların ıspanak yetiştiriciliği açısından kimyasal gübreye alternatif olabilecek en iyi gübrenin tespiti açısından faydalı olacağı düşünülmekte ve ileride yapılacak olacak çalışmalara ışık tutmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Abdullah, H., Mediaswanti, K. A., Wu, H., 2010. Biochar as a fuel: 2. Significant differences in fuel quality and ash properties of biochars from various biomass components of Mallee trees. *Energy and Fuels From Electrochemical Interfaces*, **24** (3): 1972-1979.
- Abubaker, S. M., Abu-Zahra, T. R., Alzubi, Y. A., Ammari, T., Tahboub, A. B., 2010. Nitrate accumulation in spinach (*spinacia oleracea*) tissues under different fertilization regimes. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, **8** (2): 778-780.
- Adiloğlu, A., Eraslan, F., 2012. Gübreler ve gübreleme tekniği. Bitki besleme “sağlıklı bitki, sağlıklı üretim”. *Gübretaş Rehber Kitaplar Dizisi*, **2**: 420-421.
- Aisha, H. A., Hafez, M. M., Asmaa, R. M., Shafeek, M. R., 2013. Effect of Bio and chemical fertilizers on growth yield chemical properties of spinach plant (*Spinacia oleracea* L.). *Middle East Journal of Agriculture Research*, **2** (1): 16-20.
- Akbay, F., 2012. *Farklı Azot Dozlarında Yetiştirilen Marulda (Lactuca sativa L.) Paenibacillus Polymyxa Uygulamalarının Verim, Bitki Gelişimi ve Besin Elementi İçeriğine Etkisi*. (yüksek lisans tezi, basılmamış). AÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Akkuş, F., 2011. *Mikrobiyal ve İnorganik Gübre Uygulamalarının Tuz Stresi Altında Yetiştirilen Ispanak (Spinacia oleracea) ve Kök Kerevizde (Apium graveolens) Bitki Gelişimi ve Verim Üzerine Etkisi* (yüksek lisans tezi, basılmamış). AÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Alp, Y., 2021. *Van Ekolojik Koşullarında Farklı Gübre Uygulamalarının Taze Fasulye Tohum Verim ve Kalitesi Üzerine Etkileri*. (doktora tezi, basılmamış). VYYÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Altıntaş, O., Durak, A., Küçük, R., 2018. Vermikompost ve geleneksel gübrelemenin ıspanak (*spinacia oleracea*) büyümesi üzerindeki etkilerinin optimizasyonu ve karşılaştırılması. *Uygulamalı Ekoloji ve Çevre Araştırması*, **16** (5): 7001-7016.
- Anonim, 2022a. <https://van.mgm.gov.tr/>. Meteoroloji 14. Bölge Müdürlüğü - Van.
- Ansari, A., 2008. “Effect of vermicompost on the productivity of potato (*solanum tuberosum*), spinach (*spinacia oleracea*) and turnip (*brassica campestris*)”, *World Journal of Agricultural Sciences*, **4** (3): 333-336.
- Artık, N., Poyrazoğlu, E. S., Şimşek, A., Karkaçier, M., (2002). Enzimatik yöntemle bazı sebze ve meyvelerde nitrat düzeyinin belirlenmesi. *Gıda*, **27** (1).
- Ashraf, M., Iram, A., 2005. Drought stress induced changes in some organic substances in nodules and other plant parts of two potential legumes differing in salt tolerance. *Flora*, **200**: 535–546.
- Asri, F. Ö., Demirtaş, E. I., Özkan, C. F., Arı, N., 2011. Organik ve kimyasal gübre uygulamalarının hıyar bitkisinin verim, kalite ve mineral içeriklerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **24** (2): 139-143. Antalya.
- Azargohar, R., Dalai, A. K., 2008. Steam and KOH activation of biochar: Experimental and modeling studies. *Microporous Mesoporous Mater.* **110**: 413–421.
- Babalola, O., Oshunsanya, S. O., Are, K., 2007. Effects of vetiver grass (*vetiveria nigriflora*) strips, vetiver grass mulch and an organomineral fertilizer on soil, water and nutrient losses and maize (*zea mays*) yields. *Soil and Tillage Research*, **96** (1-2): 6-18.

- Banu, S. N., Siwakumar, A., Subramanian, M. S., 2003. "Effect of manures on biomass production and pharmacobiochemical properties of some greens", *Ancient Science of Life*, **23** (2): 123-130.
- Başar, H., 2009. Tavuk gübresi topraklarda nasıl uygulanmalıdır? *Bursa'da Gıda ve Tarım*, **11**: 26-31.
- Başdıç, M. A., Kabay, T., 2022. Tuz stresindeki ıspanakta vermikompost ve su yosununun bazı fizyolojik unsurlara etkileri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, **9** (1): 188-194.
- Beesley, L., Moreno-Jiménez, E., Gomez-Eyles, J. L., Harris, E., Robinson, B., Sizmur, T., 2011. Kirlenmiş Toprakların İyileştirilmesi, Yeniden Bitkilendirilmesi ve Restorasyonunda Biyokömürlerin Potansiyel Rolünün Gözden Geçirilmesi. *Çevre Kirliliği*, **159** (12): 3269-3282.
- Benavides, M. P., Gallego, S. M., Tomaro, M. L., 2005. Cadmium toxicity in plants. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, **17**: 21-34.
- Bender, D., Erdal, İ., Dengiz, O., Gürbüz, M., Tarakçıoğlu, C., 1998. Farklı organik materyallerin killi bir toprağın bazı fiziksel özellikleri üzerine etkileri. In International Symposium On Arid Region Soil. *International Agrohydrology Research And Training Center*, İzmir 506-510.
- Beşirli, G., Sönmez, İ., Keçeci, M., Güçdemir, İ., 2010. "Organik ıspanak üretiminde farklı bitki besin maddesi uygulamalarının toprak yapısı üzerine etkilerinin belirlenmesi", *Türkiye IV. Organik Tarım Sempozyumu*, 28 Haziran-1 Temmuz 2010, Erzurum.
- Blackwell, P., Riethmuller, G., Collins, M., 2009. Biochar for environmental management: science and technology. *Edited Lehmann J, Joseph S, Earthscan, Sterling, VA, USA*, 207-226.
- Bülbül, S. H., 2004. Çocuk beslenmesinde demirin yeri ve önemi. *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*, **13** (12): 446-450.
- Cataldo, D. A., Haroon, M., Schrader, L. E., Youngs, V. L., 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* **6**: 71-80.
- Chung, S. Y., Kim, J. S., Hong, M. K., Lee, J. O., Kim, C. M., Song, S., 2003. "Survey of Nitrate and Nitrite Contents of Vegetables Grown in Korea", *Food Additives and Contaminants*, **20** (7): 621-628.
- Citak, S., Sonmez, S., 2010. Effects of conventional and organic fertilization on spinach (*spinacea oleracea* l.) growth, yield, vitamin c and nitrate concentration during two successive seasons. *Scientia Horticulturae*, **126**: 415-420.
- Çakmakçı, R., Erdoğan, G., 2008. *Organik Tarım*. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Yayınları, 355, Erzurum.
- Çelik, S., Kök, D., 2011. Asma yaprağında ağırlık-alan ilişkisinden gerçek alanın bulunması. *Türkiye VI. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, 4-8 Ekim 2011, Şanlıurfa. S:117-120.
- Çitak, S., Sönmez, S., Koçak, F., Yaşın, S., 2011. Vermikompost ve ahır gübresi uygulamalarının ıspanak (*Spinacia oleracea* l.) bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliği üzerine etkileri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, **28** (1): 56-69.
- Da Costa, P. B., Beneduzi, A., de Souza, R., Schoenfeld, R., 2013. The effects of different fertilization conditions on bacterial plant growth promoting traits: guidelines for directed bacterial prospection and testing. *Plant and Soil*, **368** (1-2): 267-280.

- Dama, A. Y., 2009. *Farklı Kil Minerali İçeriğine Sahip Topraklarda Yetiştirilen Ispanak Bitkisinin Gelişimine Bazalt Tüfünün Etkisi* (yüksek lisans tezi, basılmamış). SİÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Demir, H., Sönmez, İ., 2019. Farklı organik gübrelerin ıspanakta (*spinacia oleraceae*) verim, bazı kalite özellikleri ve bitki besin içeriklerine etkileri. *Hasat Uluslararası Tarım ve Orman Kongresi* (21-23 Haziran), 123-136.
- Demirtaş, E. I., Arı, N., Arpacıoğlu, A. E., Özkan, C. F., Kaya, H., 2005. *Mantar Kompostu Kullanımının Örtü altı Domates Yetiştiriciliğinde Bitkinin Potasyum İle Beslenmesi ve Verim Üzerine Etkisi. Tarımda Potasyumun Yeri ve Önemi Çalıştayı*, İzmir, s.131-139.
- Demirtaş, E., Asri, F. Ö., Özkan, C., Nuri, A., 2012. Organik ve kimyasal gübre uygulamalarının örtü altı domates yetiştiriciliğinde toprak verimliliği ve bitkinin beslenmesine etkileri. *Derim*, 29 (1): 9-22.
- Deveci, M., Celik, A., 2016. The Effects of Different Water Deficiency on Physiological And Chemical Changes İn Cape Gooseberry. *Scientia*, 14 (2): 260-265.
- Deveci, M., Pıtır, M., 2015. *Biber Yetiştiriciliğinde Farklı Su Kısıtlarının Meydana Getirdiği Fizyolojik, Morfolojik ve Kimyasal Değişikliklerin Belirlenmesi* (yüksek lisans tezi, basılmamış). NKÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Dichio, B., Montanaro, G., 2005. [How to improve nutrition efficiency on actinidia [Actinidia deliciosa CF Liang et AR Ferguson]]. *Informatore Agrario (Italy)*.
- Dong, X., Guan, T., Li, G., Lin, Q., Zhao, X., 2016. Long-term effects of biochar amount on the content and composition of organic matter in soil aggregates under field conditions. *Journal of Soils and Sediments*, 16: 1481–1497.
- Elibol, P. S., 2019. Effect of biochar on phytoextraction of persistent organic pollutants. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7 (3): 516-522.
- Erdem, E. I., Orhan, İ., Akyol, Ç., Özbayram, E. G., Bahar, İ., 2015. Bahçe atıkları kompostunun yasal düzenlemeler çerçevesinde toprak şartlandırıcısı olarak kullanımının incelenmesi. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1 (1): 65-80.
- FAO, 2020. Food and agriculture organization. <http://www.fao.org/faostat/en/>. Erişim tarihi: 20.06.2022.
- Furkan, Z. E., 2019. *Alternatif Yeşilliklerde (Mibuna, Mizuna ve Komatsuna) Tuz Stresinin Meydana Getirdiği Bazı Fizyolojik, Morfolojik ve Kimyasal Değişikliklerin Belirlenmesi* (yüksek lisans tezi, basılmamış). TNKÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Glaser, B., Lehmann, J., Zech, W., 2002. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal—a review. *Biology and Fertility of Soils*, 35 (4): 219-230.
- Göksu, G. A., Kuzucu, C. Ö., 2017. Karpuzda (*citrullus lanatus thunb* cv. crimson sweet) farklı dozlardaki vermikompost uygulamalarının verim ve bazı kalite parametrelerine etkisi *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3 (2): 48-58.
- Gunes, A., Inal, A., Sahin, O., Taskin, M. B., Atakol, O., Yilmaz, N., 2015. Variations in mineral element concentrations of poultry manure biochar obtained at different pyrolysis temperatures, and their effects on crop growth and mineral nutrition. *Soil Use and Management*, 31: 429-437.

- Güler, S., 2004. “Dünyada ve türkiye’de gübre tüketiminde yaşanan gelişmeler”, *Türkiye 3.Ulusal Gübre Kongresi: Tarım-Sanayi-Çevre*, 11-13 Ekim 2004, Tokat.
- Günel, E., Erdem, H., 2018. Biyokömür tanımı kullanım ve tarım topraklarındaki etkileri. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15 (2): 87-93.
- Hancı, F., Harun, Ü., Arslan, A., 2019. L-Triptofan ve melatonin’in düşük ve yüksek sıcaklık koşullarında turp ve ıspanağın tohum çimlenme performansına etkileri. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 5 (2): 203-211.
- Havlin, J. L., Beaton, J. D., Tisdale, S. L., Nelson, W. L., 2005. Nitrogen. Soil fertility and fertilizers: *Introduction to Nutrient Management*, 7.
- Hossain, M. K., Strezov, V., Chan, K. Y., Ziolkowski, A., Nelson, P. F., 2011. Influence of pyrolysis temperature on production and nutrient properties of wastewater sludge biochar. *Journal of Environmental Management*, 92: 223–228.
- IBM, SPSS. <http://www.ibm.com/tr-tr/analytics/spss-statistics-software>.
- İbrikçi, H., Gülüt, K. Y., Güzel, N., 1994. Gübrelemede bitki analiz teknikleri. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 95*, Ders Kitapları Yayın No:8, S.16-17, Adana
- Jafarpour, M. J., Rahimzadeh, S., 2015. “An Exploration into the effects of organic and chemical compounds on spinach (*spinacia oleraceae*) growth attributes”, international journal of earth, *Environment and Health*, 1 (1): 11-15.
- Jakhro, M. I., Shah, S. I., Zehri, M. Y., Rahujo, Z. A., Ahmed, S., Ahmed, S., Jakhro, M. A., 2017. “Growth and yield of spinach (*spinacia oleracea* l.) under fluctuating levels of organic and inorganic fertilizers”, *International Journal of Development Research*, 7 (2): 11454-11460.
- Jones, Wolf, B., Mills, H. A., 1991. Bitki analizi el kitabı. Mikro. *Makro yayıncılık, ABD*, 1: 213.
- Kacar, B., 1984. Bitki besleme uygulama kılavuzu, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*: 900. Uygulama Kılavuzu: 214. Ankara. 140s.
- Kacar, B., 1994. *Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı.
- Kacar, B., Inal, A., 2008. Plant analysis. *Nobel Pres*, 1241, 891.
- Kacar, B., Katkat, A. V., 2007. *Gübreler ve Gübreleme Tekniği*. Nobel Yayın Dağıtım.
- Kacar, B., Kütük, C., 2010. *Bitki analizleri*. Nobel Yayın No: 1497, Fen Bilimleri: 102, Bilim ve Araştırma Merkezi Yayın No: 59. Ankara.
- Kallo, G., 1993. Eggplant Solanum melongena. *Genetic Improvement of Vegetable Crops*.
- Karaman, M. R., Turan, M., 2012. “Bitki Beslemede Sürdürülebilir Yönetim Stratejisi ve Gübre Etkinlik Parametreleri”, *Toprak Su Dergisi* 1 (1): 15-21.
- Karataş, A., Büyükdinç, T., 2016. Organik çay atığının ıspanak ve marul yetiştiriciliğinde bitki gelişimi üzerine etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6: 201-210.
- Katzman, L. S., Taylor, A., Langhans, R., 2001. Seed enhancements to improve spinach germination. *HortScience*, 36: 979-981.
- Kaya, E., Daşgan, H. Y., 2013. Erken bitki gelişme aşamasında kuraklık ve tuzluluk streslerine tolerans bakımından fasulye genotiplerinin taranması. *Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 29 (2): 39-48.
- Kaynar, S. Ç., Hiçsönmez, Ü., Özdemir, A., Özdemir, C., 2018. Manisa’da yetiştirilen ıspanak bitkisinin (*spinacia oleracea* l.) toprak, kök ve yaprak element konsantrasyonlarının değerlendirilmesi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 8 (2): 131-140.

- Kesimci, E., 2013. *Sera Koşullarında Bitki Büyümesini Artırıcı Rizobakterlerin Marulda Verim, Verim Unsurları ve Besin Elementi İçeriklerine Etkileri* (doktora tezi, basılmamış). SÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Kılavuz, E., Erdem, İ., 2019. Dünyada tarım 4.0 uygulamaları ve Türk tarımının dönüşümü. *Social Sciences*, 14 (4): 133-157.
- Kılıç, B., 2018. *Bazı Organik Gübrelerin Marul Yetiştiriciliğinde Gelişme Ve Verim Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi*. (yüksek lisans tezi, basılmamış). AÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü. Antalya.
- Kıpçak, S., 2021. *Farklı Organik ve Konvansiyonel Gübre Uygulamalarının Domates (Solanum lycopersicum L.) Yetiştiriciliğinde Verim ve Kalite Üzerine Etkisi*. (doktora tezi, basılmamış). VYYÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Kovacs, A. B., Kremper, R., Kincses, I., Leviczky, Á., 2016. Farklı organik gübrelerin humik kumlu topraktaki besin maddeleri ve ıspanağın (*Spinacia oleracea* L.) büyümesi üzerine etkileri. *Açta Agraria Debreceniensis*, (70): 23-28.
- Koyuncu, M., Akgün, H., 2018. Çiftlik hayvanları ve küresel iklim değişikliği arasındaki etkileşim. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32 (1): 151-164.
- Kumarparadit, T., Kumarnaik, S., Patra, P. K., Dey, N., Patra, P. K., Das, D. K., 2017. Influence of organic manure and lime on cadmium mobility in soil and uptake by spinach (*spinacia oleracea*). *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 48 (4): 357-369.
- Kuşvuran, Ş., 2010. *Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar* (doktora tezi, basılmamış). ÇÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Kütük, C., Topcuoğlu, B., Demir, K., 1999. "Toprağa uygulanan farklı organik materyallerin ıspanak bitkisinde verim ile bazı kalite öğeleri ve mineral madde içerikleri üzerine etkileri", *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12: 31-36.
- Kütük, Y., 2016. *Kimyasal Gübre, Yosun Kompostu ve Zeolitin Fasulye Verimi ve Toprağın Fizikokimyasal Özellikleri Üzerine Kısa Dönem Etkileri*. (yüksek lisans tezi, basılmamış). GÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun.
- Lampkin, N., 2002. *Organic farming*. 104 Valley Road, Ipswich IP1 4PA.
- Lehmann, J., Gaunt, J., Rondon, M., 2006. Bio-char sequestration in terrestrial ecosystems—a review. *Mitigation and Adaptation Strategies For Global Change*, 11 (2): 403-427.
- Lehmann, J., Joseph, S., 2009. Biochar for environmental management: an introduction. Biochar for environmental management: *Science and Technology*, 1: 1-12.
- Lehmann, J., Rillig, M. C., Thies, J., Masiello, C. A., Hockaday, W. C., Crowley, D., 2011. Biochar effects on soil biota—a review. *Soil Biology and Biochemistry*, 43 (9): 1812-1836.
- Lescheva, M., Ivolga, A., 2015. Intensification of Agricultural Production vs. Environmental Management: Russia's Approaches to *Green Economics*. In *Green Economic Structures in Modern Business and Society* (pp. 140-160). IGI Global.
- Lu, C. C., Tian, H., 2017. Global nitrogen and phosphorus fertilizer use for agriculture production in the past half century: shifted hot spots and nutrient imbalance. *Earth System Science Data*, 9: 181.

- Luthria, D., Singh, A. P., Wilson, T., Vorsa, N., Banuelos, G. S., Vinyard, B. T., 2010. Influence of conventional and organic agricultural practices on the phenolic content in eggplant pulp: plant-to-plant variation. **Food Chemistry**, **121** (2): 406-411.
- Mahmoud, E., Abd El-Kader, N., Elbaroudy, A., Abdel Rahman, L., 2007. Residual effects of different organic and inorganic fertilizers on spinach (*spinacia oleracea*) plant grown on clay and sandy soils. **Alexandria Journal of Agricultural Research-Alexandria University**, **6** (3): 49.
- Maila, M. Y., Mulaudzi, C., 2017. "Growth and yield responses of spinach (*spinacia oleracea*) to media mixture ratios of sand, hutton soil and goat manure", **Combined Congress**, Bela Bela, South Africa.
- Major, J., Rondon, M., Molina, D., Riha, SJ ve Lehmann, J., 2010. Kolombiya savana oksisolüne biyokömür uygulamasından dört yıl sonra mısır verimi ve beslenmesi. **Bitki ve Toprak Dergisi**, **333** (1): 117-128.
- Maya, F., Kanber, R., 2008. Farklı su ve gübre sistemlerinde pamuk bitkisinde yaprak su potansiyelinin değişimi. **Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü dergisi**, **19** (2): 22-34, Adana.
- Mercik, S., Stepien, W., 2006. Crop yields and selected soil properties on manured and not manured fields at the period of many years. **Nawozy Nawozenie (Fertilisers and Fertilization)**, **8** (4): 141-149.
- Montemurro, F., Tittarelli, F., Lopedota, O., Verrastro, V., Diacono, M., 2015. "Agronomic performance of experimental fertilizers on spinach (*spinacia oleracea* l.) in organic farming", **Nutrient Cycling Agroecosystems**, **102**: 22-24
- Mufwanzala, N., Dikinya, O., 2010. Impact of poultry manure and its associated salinity on the growth and yield of spinach and carrot, **International Journal of Agricuilture and Biology**, **12** (4): 489-494.
- Naz, M. Y., Sulaiman, S. A., 2016. Slow release coating remedy for nitrogen loss from conventional urea: a review. **Journal of Controlled Release**, **225**: 109-120.
- Ngouajio, M., McGiffen, M. E., Hutchinson, C. M., 2003. "Effect of cover crop and management system on weed populations in lettuce", **Crop Protection**, **22**:57-64.
- Olesen, J. E., Berntsen, J., Petersen, B. M., Kristensen, I. S., 2004. Nitrate leaching from organic and conventional crop production farms. **The Role of Part-Time and Pluri-Active Farmers in Rural Development and Natural Resource Management**. Abstracts, 19.
- Oliveira, A. B., Moura, C. F., Gomes-Filho, E., Marco, C. A., Urban, L., Miranda, M. R. A., 2013. The impact of organic farming on quality of tomatoes is associated to increased oxidative stress during fruit development. **PLoS One**, **8** (2): 56354.
- Ouedraogo, A. R., 2018. **Ispanak (Spinacia oleracea) Bitkisinde Biyokömürün Kadmiyum Toksisitesini Önleme ve Mineral Element Konsantrasyonları Üzerine Etkisi**, (yüksek lisans tezi, basılmamış). AÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Oztekin, G. B., Uludağ, T., Tüzel, Y., Tepecik, M., 2019. Effects of different nutrient solutions on yield and quality parameters of rocket grown in floating water culture. **Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology**, **7** (2): 258-265.
- Özenç, D. B., Şenlikoğlu, G., 2017. Organik ve kimyasal azot kaynağının ıspanak bitkisinin bazı besin içeriği ve nitrat birikimi üzerine etkileri. **Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi**, **32** (3): 398-406.

- Özkan, C. F., Asri, Ö. F., Demirtaş, E. I., Arı, N., 2013. Örtüaltı biber yetiştiriciliğinde organik ve kimyasal gübre uygulamalarının bitkinin beslenme durumu ve bitki gelişimi üzerine etkileri. **Toprak Su Dergisi**, 2 (2): 96-101.
- Özkan, N., Dağlıoğlu, M., Ünser, E., Müftüoğlu, N. M., 2016. Vermikompostun ıspanak (*spinacia oleracea* l.) verimi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkisi, **Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 4 (1): 1-5.
- Peyvast, G. H., Olfati, J. A., Madeni, S., Forghani, A., 2008. **Effect of Vermicompost on The Growth and Yield of Spinach (*Spinacia oleracea* L.)** (No. Research).
- Rachel, K. V., Kiranmayi, P., Sirisha, G. V. D., 2015. "Quality enhancement studies of growth and nutrient content in phaseolus aureus, *Spinacia oleracea* and *Ocimum sanctum* using Local Bio-Fertilizers", **Journal of Natural Sciences**, 3 (2): 17-32.
- Regmi, P., Moscoso, J. L. G., Kumar, S., Cao, X., Mao, J., Schafran, G., 2012. Removal of copper and cadmium from aqueous solution using switchgrass biochar produced via hydrothermal carbonization process. **Journal of Environmental Management**, 109: 61-69.
- Rizwan, M., Ali S., Qayyum, M. F., Ibrahim, M., Rehman, M. Z., Abbas, T., Ok, Y. S., 2016. Mechanisms of biochar-mediated alleviation of toxicity of trace elements in plants: a critical review. **Environmental Science and Pollution Research International**, 23: 2230-2248.
- Roy, P., Saha, B. K., Chowdhury, M., 2009. "Integrated Nutrient Management of Spinach", **Journal of Agroforestry and Environment**, 3 (1): 57-60.
- Sağlam, F., 2005. **Ispanak Yetiştiriciliği**, T.C. Samsun Valiliği İl Tarım Müdürlüğü, No: S/6.
- Sajirani, E. B., Shakouri, M. J., Mafakheri, S., 2012. "Response of spinach (*spinacia oleracea*) yield and nutrient uptake to urea and manure", **Indian Journal of Science and Technology**, 5 (1): 1953-1955.
- Salmani, M. S., Khorsandi, F., Yasrebi, J., Karimian, N., 2014. Biochar effects on copper availability and uptake by sunflower in a copper contaminated calcareous soil. International journal of plant, **Animal and Environmental Sciences**, 4: 389-294.
- Santamaria, P., 2006. "Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and ec rugulation", **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 86 (1): 10-17.
- Sato, A., Takeda, H., Oyanagi, W., Nishihara, E., Murakami, M., 2010. Reduction of cadmium uptake in spinach (*spinacia oleracea*) by soil amendment with animal waste compost. **Journal of Hazardous Materials**, 181 (1-3): 298-304.
- Savci, S., 2012. An agricultural pollutant: chemical fertilizer. **International Journal of Environmental Science and Development**, 3 (1): 73.
- Schoenau, J. J., 2006. "Benefits of Long-Term Application of Manure. **Advances in Pork Production**", 17: p.153.
- Shaheen, S., Khan, M., Khan, M.J., Jilani, S., Bibi, Z., Munir, M., Kiran, M., 2017. "Effective microorganisms (em) co-applied with organic wastes and npk stimulate the growth, yield and quality of spinach (*spinacia oleracea* l.)", **Sarhad Journal of Agriculture**, 33 (1): 30-41.
- Sheikhi, J., Ronaghi, A., 2012. Growth and macro and micronutrients concentration in spinach as influenced by salinity and nitrogen rates. **International Research Journal of Applied and Basic Sciences**, 3 (4), 770-777.
- Simpson, R. J., Oberson, A., Culvenor, R. A., Ryan, M. H., Veneklaas, E. J., Lambers, H., Smith, S. E., 2011. Strategies and agronomic interventions to improve the phosphorus-use efficiency of farming systems. **Plant and Soil**, 349 (1-2): 89-120.

- Singh, S. P., Kumawat, N., Kumar, V., Singh, S., 2018. Response of organic manure and inorganic iodine fertilization on minerals content in spinach (*Spinacia oleracea* L.), *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, **7** (1): 1899-1903.
- Sohi, S., Lopez-Capel, E., Krull, E., Bol, R., 2009. Biochar, iklim değişikliği ve toprak: Gelecekteki araştırmalara rehberlik edecek bir inceleme. *Kara ve Su Bilimi Raporu*, **5** (09): 17-31.
- Soyergin, S., 2003. Organik tarımda toprak verimliliğinin korunması, *Gübreler ve Organik Toprak İyileştiricileri*, Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova.
- Sönmez, F., Çiğ, F., 2019. Determination of effects of increasing dose biochar and vermicompost applications on nutrient content in wheat and soil. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, **22** (4): 526-536.
- Şalk, A., 1992. *Özel Sebzecilik 1. Ders Notları*, Tekirdağ Üniversitesi Ziraat Fakùltesi, Tekirdağ.
- Şalk, A., Arın, L., Deveci, M., Polat, S., 2008. *Özel sebzecilik*. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakùltesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Ders Kitabı, Onur Grafik, Matbaa ve Reklam, 480s, İstanbul.
- Şenlikoğlu, G., 2015. *Organik Materyal İlavesi ve Azotlu Gübre Uygulamalarının Ispanak Bitkisinin (Spinacia oleracea L.) Gelişimi ve Nitrat Akümülyasyonuna Etkileri*, (yüksek lisans tezi, basılmamış). OÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Şensoy, S., Türkmen, Ö., Görgün, Y., 2011. Determination of suitable sowing dates for spinach production in van ecological condition. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, **21** (2): 140-145.
- Tawfiq, G. K., Al-Sahaf, F. H., 2017. Farklı gübre kaynağı ve düzeyinin lahan ve ıspanak veriminin nicel ve nitel özellikleri üzerindeki rolü. *Küfa Dergisi*, **9** (1).
- Toksoy, E., 2019. *Ispanakta Vermikompost (Solücan Gübresi) ve Karaizopot 8porcellio Laevis Gübresi Uygulamalarının Bitki Gelişimi ve Besin İçerikleri Üzerine Etkisi* (yüksek lisans tezi, basılmamış). NKÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Topuz, M., Karabulut, M., 2021. Doğu Anadolu Bölgesinde karlı gün ve kar yağışlı hazırlık eğitimi (1970-2020). *Doğu Coğrafya Dergisi*, **26** (46): 1-24.
- TÜİK, 2020. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/kn=92&locale=tr>. Erişim tarihi:20.06.2022.
- Uyan, B., 2011. *Değişen Vejetasyon Dönemlerinde Farklı Su Kısıtlarının Ispanakta Meydana Getirdiği Fizyolojik, Morfolojik ve Kimyasal Değişkenliklerin Belirlenmesi*, (yüksek lisans tezi, basılmamış). NKÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Vallverdú-Queralt, A., Medina-Remón, A., Casals-Ribes, I., Lamuela-Raventos, R. M., 2012. Is there any difference between the phenolic content of organic and conventional tomato juices. *Food Chemistry*, **130** (1): 222-227.
- Van Zwieten, L., Kimber, S., Morris, S., Chan, K.Y., Downie, A., Rust, J., Joseph, S., ve Cowie, A. 2010. Effects of biochar from slow pyrolysis of papermill waste on agronomic performance and soil fertility. *Plant and Soil* **327**, 235 -246.
- Veronika, Z., Pavlikova, D., Zemanova, V., Brendova, K., Kubatova, P., Tlustos, P., 2017. Effect of biochar application on the content of nutrients (Ca, Fe, K, Mg, Na, P) and amino acids in subsequently growing spinach and mustard. *Plant, Soil and Environment*, **63** (7): 322-327.

- Vetter, S. H., Sapkota, T. B., Hillier, J., Stirling, C. M., Macdiarmid, J. I., Aleksandrowicz, L., Smith, P., 2017. Greenhouse gas emissions from agricultural food production to supply Indian diets: Implications for climate change mitigation. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **237**: 234-241.
- Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ., 2000. *Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme)*, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova-İzmir.
- Watson, C. A., Atkinson, D., Gosling, P., Rayns, W., 2002. Organik tarım sistemlerinde toprak verimliliğinin yönetimi. *Toprak Kullanımı ve Yönetimi*, **18**: 239-247.
- Xu, C., Mou, B., 2016. Vermicompost affects soil properties and spinach growth, physiology and nutritional value, *Hortscience*, **51** (7): 847-855.
- Yaman, Ö., 2019. *Farklı Organik Kaynaklı Gübre Uygulamalarının Ispanakta (Spinacia oleracea L.) Bitki Gelişimi, Verim, Kalite Özellikleri ve Besin Elementi İçeriği Üzerine Etkileri*. (yüksek lisans tezi, basılmamış). BAİBÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bolu.
- Yanmaz, R., Duman, İ., Yaralı, F., Demir, K., Sarıkamış, G., Sarı, N., Özalp, R., 2015. Sebze üretiminde değişimler ve yeni arayışlar. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi*, **12** (16): 579-605.
- Yalçıntepe, C., 2021. *Vermikompost, İnek Gübresi ve Koyun Gübresinin Ispanağın (Spinacia Oleracea L.) Beslenmesi Üzerindeki Etkilerinin Bitki Analizleri İle Karşılaştırması*. (yüksek lisans tezi, basılmamış). TNKÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Yıldız, K. Y., 2019. *Farklı Dozda Uygulanan Leonardit ve Vermicompostun Yaprığı Yenen Sebzelerde (Marul ve Ispanak) Verim ve Kalite Kriterlerine Etkisi*. (yüksek lisans tezi, basılmamış). MCBÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Younis, U., Malik, S. A., Rizwan, M., Ahmad, N., 2016. Biochar, Cd alımını ve fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri değiştirerek ıspanakta (*Spinacia oleracea*) kadmiyum toleransını artırır. *Çevre Bilimi ve Kirlilik Araştırması*, **23** (21): 21385-21394.
- Zengin, F. K., Munzuroglu, O., 2003. Effects of cadmium (Cd) and Mercury (Hg) on the growth of root, shoot and leaf of bean (*phaseolus vulgaris*) seedlings. *Gazi University Journal of Science*, **24** (1): 64-75.
- Zhang, A. F., Pang, X., Li, L. Q., 2009. Biochar and the effect on c stock enhancement, emission reduction of greenhouse gases and soil reclamation. *Journal of AgroEnvironment Science*, **28**: 2459-2463.
- Zhang, Z. Y., Meng, J., Dang, S., Chen, W. F. 2014. Effect of biochar on relieving cadmium stress and reducing accumulation in super japonica rice. *Journal of Integrative Agriculture*, **13** (3): 547-553.
- Zhao, B., Nartey, O. D., 2014. Characterization and evaluation of biochars derived from agricultural waste biomasses from Gansu, China. *In of the World Congress on Advances in Civil, Environmental, and Materials Research*.
- Zhou, Z. Y., Wang, M. J., Wang, J. S., 2000. "Nitrate and nitrite contamination in vegetables in China", *Food Revolution*, **16** (1): 61-76.



## ÖZ GEÇMİŞ

2012 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne gitmeye hak kazandı ve lisans eğitimini 2016 yılında tamamladı. Lisans eğitimi bittikten sonra 2016 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı ve 2018 yılında mezun oldu. Yüksek lisans eğitimi bittikten sonra 2018 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda doktora eğitimine başladı ve halen devam etmektedir.





**T.C**  
**VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU**

**Tarih:** 12/09/2022

Tez Başlığı / Konusu:

Biyokömür ve Çiftlik Gübresi Uygulamalarının Van Ekolojik Koşullarında Ispanak (*Spinacia Oleracea* L.) Yetiştiriciliği Üzerine Etkileri

Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam sayfalık kısmına ilişkin, 12/09/2022 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından turnitin intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı %7 dir.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit inatch size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

12/09/2022

Adı Soyadı: Aynur SADAK TURHAN

Öğrenci No: 17910001146

Anabilim Dalı: Bahçe Bitkileri

Programı: Doktora

Statüsü: Yüksek Lisans ☐

Doktora ☒\*

**DANIŞMAN ONAYI**  
**UYGUNDUR**

Prof. Dr. Suat ŞENSOY

**ENSTİTÜ ONAYI**  
**UYGUNDUR**

Prof. Dr. Harun AKKUŞ