

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ
KOORDİNASYON BİRİMİ KOORDİNATÖRLÜĞÜNE

Proje Türü : Lisansüstü Tez Projesi (Doktora)
Proje No : 14L0447005
Proje Yöneticisi : Prof. Dr. Süleyman Taban
Proje Başlığı : Bor Uygulamasının ay Bitkisinde Bor Dağılımı ve Yaş Yaprak Verimi Üzerine Etkileri

Yukarıda bilgileri yazılı olan projemin sonuç raporunun e-kütüphanede yayınlanmasını;

İSTİYORUM

İSTEMİYORUM

GEREKÇESİ:

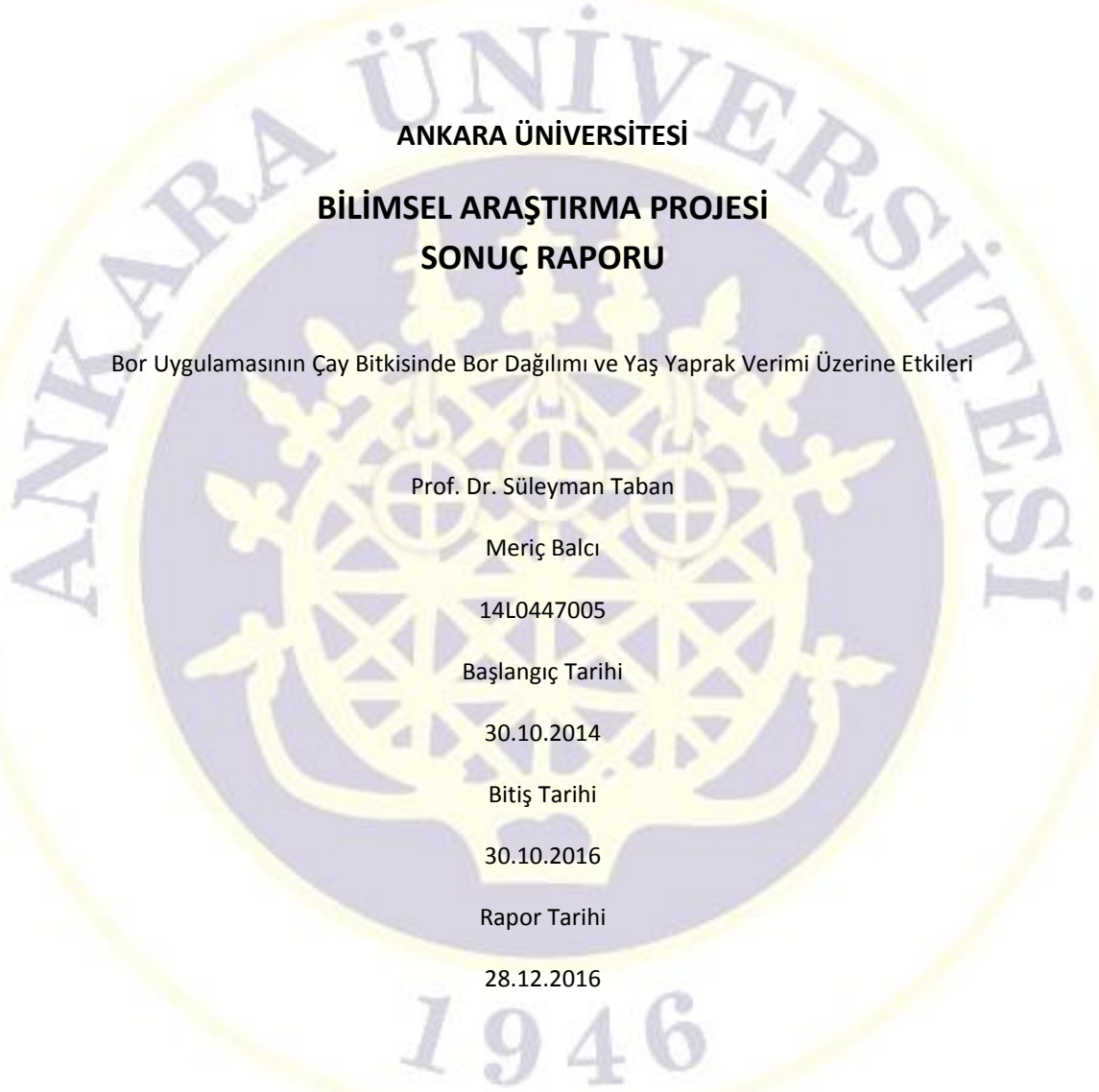
26.12.2016

Proje Yöneticisi

Prof. Dr. Süleyman TABAN

İmza

1946



Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Ankara - "2016 "

ÖZET

Doktora Tezi

BOR UYGULAMASININ ÇAY BİTKİSİNDE BOR DAĞILIMI VE YAŞ YAPRAK VERİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Meriç BALCI

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Süleyman TABAN

Bor ile beslenmenin çay bitkisinin yaş yaprak verimi üzerine olan etkisini belirlemek ve topraktan ve yapraktan uygulanan borun bitkide taşınım ve dağılımını izlemek amacıyla Artvin ili, Arhavi ilçesindeki bir üretici bahçesinde tesadüf blokları deneme desenine göre 2 yıllık bir deneme kurulmuştur. Çay bitkisine her iki yılda da 400 g B da⁻¹ bor deneme planına göre sıvı şeklinde spreyle toprak, 400 mg B L⁻¹ yaprak yüzeyine homojen şekilde püskürtülerek uygulanmıştır. Her bir hasat döneminde her bir parselden çay bitkisinin yaşlı, genç ve sürgün yapraklarının bor konsantrasyonlarını belirlemek için 10 dal seçilmiş ve bu dallar üzerinde örnekleme yapılmıştır; ayrıca dallardan süren sürgünlerin her hasat döneminde hasat esnasında boyları da belirlenmiştir.

Analizler B uygulamaları öncesinde toprakta ve çay bitkisinde B konsantrasyonunun bitkinin sağlıklı gelişimini sağlayacak sınır değerin (30 mg kg⁻¹) altında olduğunu göstermiştir. Bor uygulamaları sonucunda bitkinin hasat tablası altında kalan yaprakları ve hasada esas sürgünlerindeki B konsantrasyonu bununla birlikte bitkinin yaş yaprak verimi ve sürgün boyu da artmıştır. Topraktan ve yapraktan bor uygulaması (B1Y1) diğer uygulamalara göre verim, sürgün boyu ve bor konsantrasyonu üzerine daha etkili olmuştur. B1Y1 ve sadece topraktan bor uygulamaları (B1Y0) sonucunda hasat tablası altındaki yaprakların B konsantrasyonu artmış hatta bazı hasat döneminde toksik düzeye ulaşmış; buna rağmen hasada esas sürgünlerin uç yapraklarının B konsantrasyonları bitkinin sağlıklı gelişimi için gerekli olan sınır değerin altında kalmıştır. Sadece yapraktan gübreleme ise (B0Y1) bitki yapraklarını istenilen bor seviyesine çıkarmak için yeterli gelmemiştir.

Anahtar Kelimeler: Bor taşınımı, Bor dağılımı, Çay bitkisi, Borlu gübreleme.

1946

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

EFFECT OF BORON APPLICATIONS ON BORON DISTRIBUTION AND YIELD OF TEA PLANT

Meric BALCI

Ankara University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Soil and Plant Nutrition

Supervisor: Prof.Dr. Suleyman TABAN

With the aim of determining the effect of fertilizing with boron on the tea yield and also the transport and the distribution of the boron applied to the soil and the leaves of the tea plant, a 2-year field experiment -designed with randomized block design- was conducted in Artvin-Arhavi. 400 g B da⁻¹ to the soil and 400 mg B L⁻¹ to the leaves of the tea plant were applied homogenously in a liquid form for 2 years. Ten branches were chosen from each parcel at each harvest season to determine the boron concentration of the old leaves, the young leaves, the tea shoots and also the height of the tea shoots of the tea plant were measured.

The results of the analysis show that the B concentration of the leaves was found under the critical limit (30 mg kg⁻¹) which is needed for a healthy growth of a tea plant. At the end of the experiment, the boron concentration of the leaves which is under the harvest base and the tea shoots, and also the yield and the height of the tea shoots of the tea plant were increased. Soil + foliar application (B1Y1) was found more effective on boron concentration and also on the yield and the height of the tea shoots of the tea plant in comparison to the other applications. At the end of B1Y1 and foliar application (B0Y1), while boron concentration of the leaves under the harvest base was increased and reached a toxic level in some harvest season, the leaves at the tip of the tea shoots were still under the critical level. Soil application (B1Y0) was not enough to raise the boron concentration needed for a healthy growth of a tea plant.

Key Words: Boron transport, Boron distribution, Tea plant, Boron fertilizing.

1. Amaç ve Kapsam

Çay bitkisinin gerek tüketim açısından gerekse ekonomik açıdan ülkemiz ve dünya için önemi büyüktür. Dünya’da çay tüketimi 4.842 bin tondur ve Çin dünyadaki çay tüketiminin yaklaşık %33’üne, Hindistan %21’ine ve Türkiye ise %5’ine sahiptir (Anonymous 2015). Siyah çay; Türkiye dahil tüm Avrupa ülkelerinde, Orta Doğu’da, Afrika ve Amerika kıta ülkelerinde yaygın şekilde tüketilirken, yeşil çay başta Japonya olmak üzere Çin, Endonezya, Vietnam, Hindistan, Sri Lanka, Fas dahil bazı Afrika ülkelerinde tüketilmektedir (Kacar 2010). Türkiye’de çay tüketimi 1945-1950 döneminde yaklaşık 3 kat artmış ve bu nedenle çay tarım alanları zaman içinde 3000 hektardan 6500 hektara, günümüzde ise yaklaşık 76 bin hektara ulaşmıştır (Kacar 2010, Anonim 2015).

Dünya’da çay üretimi ise 5.064 bin ton olup Çin dünyadaki çay üretiminin yaklaşık %38’ine, Hindistan %24’üne ve Türkiye ise %5’ine sahiptir (Anonymous 2015). Çaykur 2015 çay sektörü raporuna göre Doğu Karadeniz’de 762.413 dekarlık alanda 209.084 üretici çay tarımı ile uğraşmaktadır. Dolaylı ve direkt olarak istihdam yaratıcı özelliği ile çay ülke ekonomimize yılda yaklaşık 5 milyar dolar katma değer sağlamaktadır (Anonim 2011). Türkiye’de yaş çay yaprağı üretiminin yaklaşık %66’sı Rize’de, %20’si Trabzon’da, %11’i Artvin’de ve %3 kadarı da Giresun ile Ordu illerimizde gerçekleştirilmekte olup 2015 yılında sektördeki toplam alımın %51’i ÇAYKUR, %49’u özel sektör tarafından gerçekleştirilmiştir (Anonim 2015).

Türkiye dünyada, çay tarım alanlarının genişliği bakımından 8., kuru çay üretiminde 6., birim alandan elde edilen verim sıralamasında 1., kuru çay tüketimi yönünden ise 3.sırada yer almaktadır. Ülkemizde çay bitkisinin rekabet gücünü zayıflatan yegâne konu üretimindeki maliyetin yüksek olmasıdır. Diğer üretici ülkelerin hammadde fiyatları ülkemizden 1,5-2 kat, işçilik giderleri ise yaklaşık 5 kat daha düşüktür. Bu durum ülkemizin, diğer üretici ülkelere göre çay ihraç etme şansını düşürmektedir (Anonim 2015).

Çay tarımı yapılan toprakların ve çay bitkisinin mutlak gerekli bitki besin element konsantrasyonlarının bilinmesi ve takip edilmesi kaliteli çay yaprağı elde edebilmek için olmazsa olmazların başında gelmektedir. Bunun için de uygulanması gereken mutlak gerekli bitki besin elementlerinin dozları ve bunların en uygun formları ile uygulama zamanları ile ve yöntemlerinin iyi bir şekilde bilinmesi gerekir. Sonuçta, hem çay bitkisinden kaliteli yüksek verim elde edilmiş hem de ekonomik anlamda tasarrufa gidilmiş olunur. Bu sayede dış pazar bulma yönünden avantajlı duruma geçilecek ve son yıllarda ithalat veya kimi illegal yollarla ülkemize giren çay ile rekabet edebilme şansımız da yükselecektir. Diğer yandan, gübrelerin yüksek dozlarda ya da bilinçsiz kullanılması sonucu toprakta ve bitkide birikmesi ve bunun sonucunda ciddi çevre ve beslenme problemlerinin ortaya çıkması sorunu da engellenmiş olacaktır.

Araştırmalar çayın insan sağlığı açısından da sayılamayacak kadar faydası olduğunu göstermiştir. Çayda bulunan kafein beyin ve vücutta bulunan kılcal damarları önemli ölçüde genişletmekle birlikte kan hareketinin hızlanması, vücudun canlılık kazanması ve yorgunluğun atılmasını sağladığı gibi baş ağrısına da iyi gelmektedir (Junea vd. 1999, Okubo vd. 2001). Derinin yüzeyine yakın yerlerdeki kılcal damarları genişlettiği için sıcaklığın dışarı atılmasına da neden olur ve böylece ateş düşürür. Sinir sistemi üzerine güçlendirici etki yaptığı, stresi azalttığı ve zihinsel aktiviteyi arttırdığına dair bulgular da mevcuttur (Hozawa vd. 1999, Steptoe vd. 2007, Nobre vd. 2008, Niu vd. 2009, Okello vd. 2016, Unno vd. 2016).

Çay ayrıca mide ve bağırsak rahatsızlıklarını önler, mideyi rahatlatır, midede asitlik yaratmaz, gaz üretmez, kabızlığı giderir, spazm çözer ve hazımsızlığa neden olmaz (Koo ve Cho 2004, Kacar 2010). Antioksidan, antibakteriyel, antimikrobiyal, antiviral, antialerjenik etkiye sahip olan çay aynı zamanda öksürük iyileştirici ve balgam söktürücüdür (Sano vd. 1999, Leung vd. 2001, Satoh vd. 2005, Tylor vd. 2005, Chan vd. 2011, Yiannakopoulou 2012, Reygaert 2014). Ayrıca diş eti rahatsızlıklarını giderdiği, kemik ve dişleri güçlendirdiği, kalp hastalığı ve kanser riskini azalttığı, kilo problemi ve şeker hastalığı üzerine de olumlu etkiye sahip olduğuna dair bulgular da mevcuttur (Wolfram 2007, Yang vd. 2009, Naito ve Yoshikawa 2009, Yang and Wang 2010, Khan and Mukhtar 2011, Vanka ve Vanka 2012, Goenka vd. 2013, Kim ve Kim 2013).

Yapılan araştırmalar borun bitkide birçok metabolik aktivitede görev aldığını göstermiştir (Parr ve Loughman 1983). Çay bitkisinde ise verim üzerine etkili olduğu gibi siyah çayın tadı ve kokusu üzerine de etkili olup yaprak tanen kapsamını artırdığı için çayın kalitesi üzerine de etkisi mevcuttur (Güneş vd. 2010, Kacar 2010). Eksikliğinde bitkide kök, gövde, yaprak ve generatif organların gelişimi ciddi anlamda sekteye uğramaktadır (Pethiyagoda ve Krishnapillai 1971, Kacar 2010).

Bitkilerin bor ile beslenmesi diğer besin elementlerine göre oldukça kritiktir; çünkü bitkilerde noksanlığa veya toksisiteye neden olan bor konsantrasyonları arasındaki aralık oldukça dardır (Marschner 1995, Goldberg 1997). Bu olguya ilave olarak Reisenauer vd. (1973), bitkilerde noksanlık ve toksisite düzeyleri aynı büyüme dönemi içerisinde bile oluşabileceğini belirtmektedir. Bu nedenle bitkilerde noksanlık ve toksisite belirtileri en yaygın görülen mikro elementlerin başında bor gelmektedir (Gupta 1993, Sakal ve Singh 1995, Goldberg 1997).

Bahsedilen konular çerçevesinde bu araştırmanın amacı; tüketimi bu derece fazla olan, insan sağlığı üzerine sayısız faydası dokunan ve birçok kişinin ekmek kapısı durumundaki çay bitkisine topraktan ve yapraktan uygulanan borun:

- Çay bitkisinin yaş yaprak verimi üzerine olan etkisini,
- Çay bitkisinin hasada esas sürgünler üzerinde bulunan yaprakların bor konsantrasyonları üzerine olan etkisini,
- Çay bitkisinin sürgün boyu üzerine olan etkisini,
- Çay bitkisinin hasat tablası altında kalan genç ve yaşlı yapraklarının bor konsantrasyonları üzerine olan etkilerini,
- Çay bitkisinde hasat tablası altında kalan yapraklardan hasada esas sürgünlere bor taşınımı üzerine olan etkisini,
- Çay bitkisi genelinde bor dağılımına etkisini ortaya koymaktır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Materyal

2.1.1 Tarla denemesinin yürütüldüğü yer

Deneme alanı olarak Artvin ili, Arhavi ilçesi, Yemişli köyünde çay yetiştiriciliği yapılan bir üretici bahçesi (Birincil koordinatlar: 37T0692339 D, 4577909 K İkincil koordinatlar: 41,32837 K, 41,29641 D, yükseklik 22 m) seçilmiş ve 2 yıl süren denemeler bu alanda yürütülmüştür (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 Deneme alanının uydu görüntüsü (foto.: Google Earth)

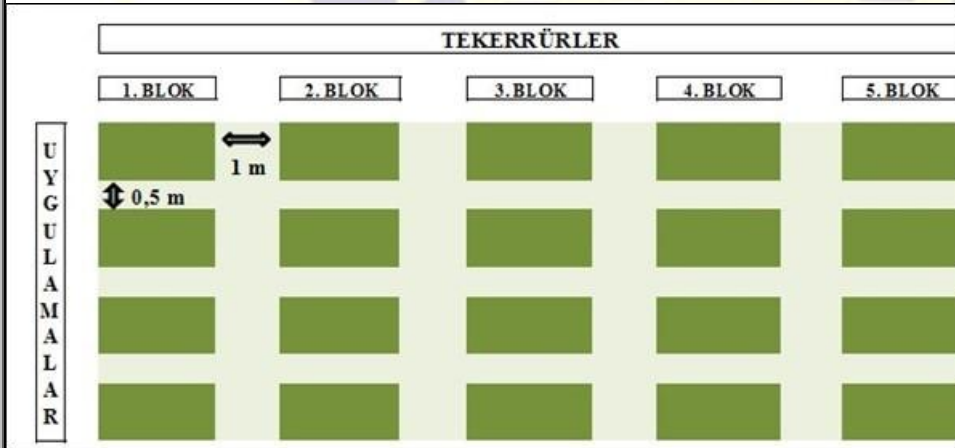
2.2 Yöntem

2.2.1 Tarla denemesi kurulması ve yürütülmesi

Üretici bahçesinde çay bitkisi ile 2 yıl süre ile yürütülen tarla denemeleri araştırmanın I. yılında 3 Nisan 2014 tarihinde, II. yılında ise 25 Mart 2015 tarihinde kurulmuştur. Tesadüf blokları deneme desenine göre 5 tekerrürlü olarak kurulan deneme 2x2 m büyüklüğündeki parsellerde yürütülmüştür (Şekil 2.2). Parseller arası 0,5 m, bloklar arası ise 1 m olacak şekilde düzenlenmiştir (Şekil 2.3).



Şekil 2.2 Deneme alanından görünüm (foto.: Meriç Balcı)



Şekil 2.3 Deneme planı

2.2.2 Gübreleme

Denemede bor her iki yılda da Çizelge 2.1’de verilen uygulama planına göre topraktan ve yapraktan Etidot-67 (%20,8 B, $\text{Na}_2\text{B}_8\text{O}_{13}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$) formunda uygulanmıştır.

Çizelge 2.1 Denemede topraktan ve yapraktan uygulanan bor dozları {Etidot-67 (%20,8 B, $\text{Na}_2\text{B}_8\text{O}_{13}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$)}

Bor Uygulamaları	Topraktan	Yapraktan
B ₀	0 g B da ⁻¹	0 mg B L ⁻¹
		400 mg B L ⁻¹
B ₁	400 g B da ⁻¹	0 mg B L ⁻¹
		400 mg B L ⁻¹

Çay bitkisine bor topraktan birinci yıl 4 Nisan 2014 tarihinde, ikinci yıl ise 26 Mart 2015 tarihlerinde sıvı şeklinde toprak yüzeyine homojen şekilde püskürtülerek uygulanmış ve çapalanarak toprakla iyice karışması sağlanmıştır (Şekil 2.4).



a) Toprağa uygulanması

b) Toprakla karıştırma

Şekil 2.4 Borlu gübrenin toprağa uygulanması (a) ve toprakla karıştırılması (b) (foto.: Meriç Balcı)

Çay bitkisine yapraktan bor, deneme planında gösterilen dozlarda olacak şekilde her iki yılda da a) denemenin kurulma aşamasında ve b) her hasattan sonra yapraklara püskürtülerek uygulanmıştır (Şekil 2.5). Yapraktan bor uygulamaları denemenin birinci yılında 4 Nisan 2014, 16 Mayıs 2014, 10 Temmuz 2014, 3 Eylül 2014; ikinci yılında ise 26 Mart 2015, 31 Mayıs 2015, 25 Temmuz 2015 ve 12 Eylül 2015 tarihlerinde yapılmıştır. Uygulama esnasında gübre çözeltisinin bitkiye homojen olarak uygulanmasına dikkat edilmiş, akma ve yıkanmaya karşı çözeltiliye yayıcı-yapıştırıcı kullanılmıştır.



Şekil 2.5 Borlu gübrenin çay bitkisine yapraktan uygulanması (foto.: Meriç Balcı)

Denemede temel gübreleme toprak analiz sonuçlarına göre yapılmış ve çay bitkisine uygulanan 25-5-10 gübresi kullanılmıştır. Denemede her iki yılda da $12,5 \text{ kg N da}^{-1}$, $2,5 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ da}^{-1}$, $5 \text{ kg K}_2\text{O da}^{-1}$ olacak şekilde birinci yıl 25 Mart 2014 tarihinde, ikinci yıl ise 1 Mart 2015 tarihinde gübreleme yapılmış ve gübrenin toprakla iyice karışması sağlanmıştır.

2.2.3 Yaprak örneklerinin alınması

Deneme planında yer alan her bir parselde bulunan çay bitkilerinden 10 bitki dalı tesadüfen seçilmiş ve bu dallar etiketlenmiştir (Şekil 2.6). Etiketlenen dallardan 8 tanesi (beyaz etiketli olanlar, Şekil 2.7) öğelerine ayrılmış ve geriye kalan 2 tanesi ise (kırmızı etiketli olanlar, Şekil 2.7) öğelerine ayrılmadan genel olarak değerlendirilmiş ve yaprak örneklemeleri bu plana göre alınmıştır (Şekil 2.8).

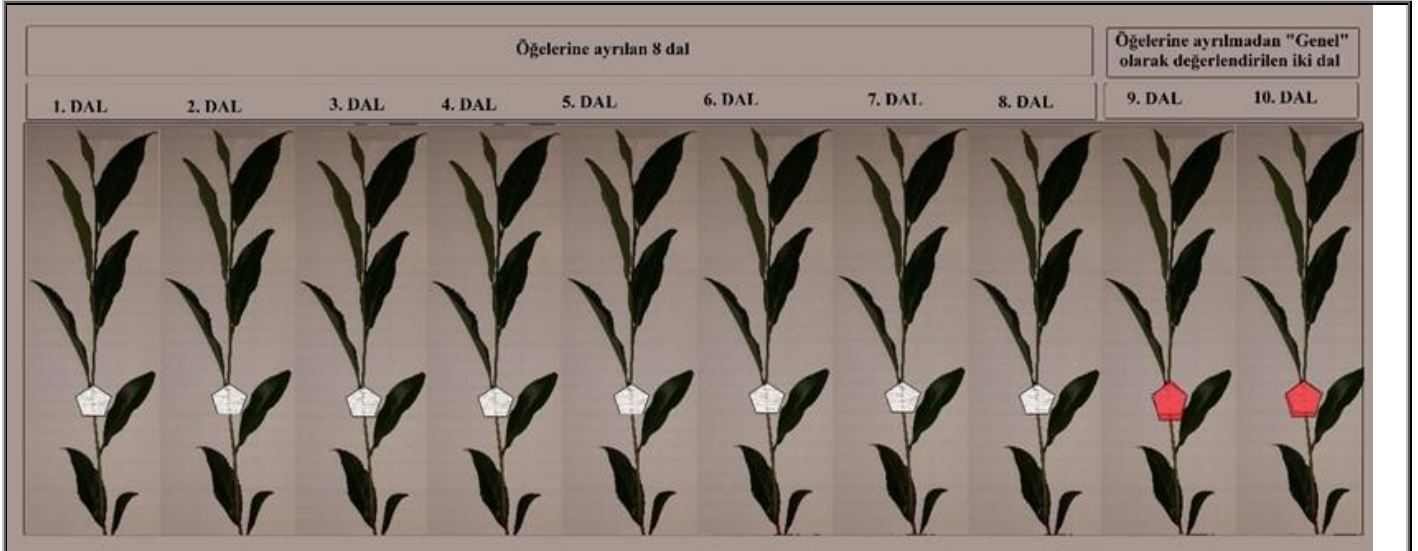


a) Dalların etiketlenmesi

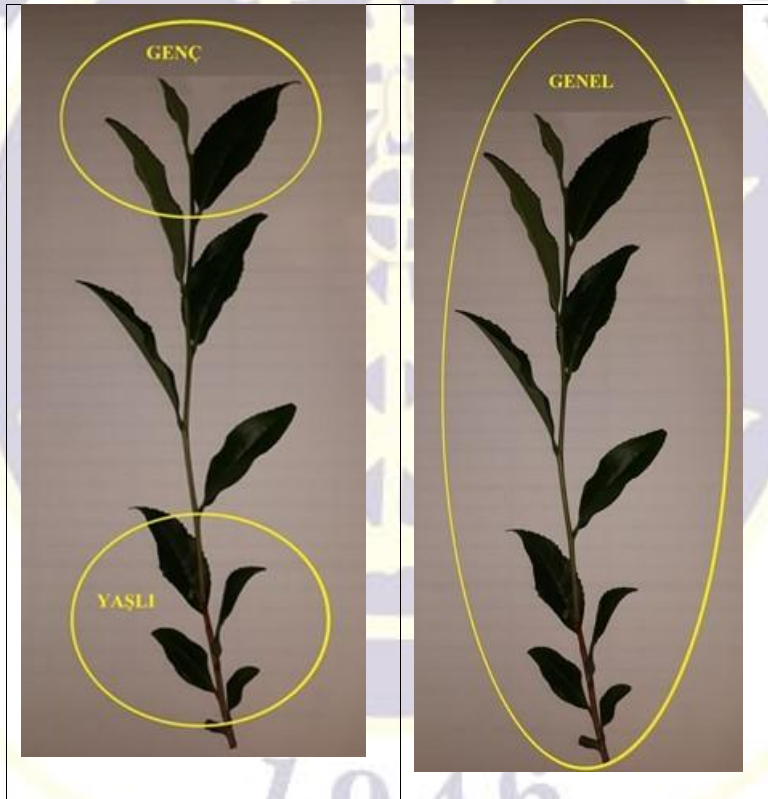


b) Dalların numaralandırılması

Şekil 2.6 Parseldeki dalların etiketlenmesi (a) ve parsellerin numaralandırılması (b) (foto.: Meriç Balcı)



Şekil 2.7 Her bir parselden seçilen 10 dalın yaprak örneklemelerine göre etiketlenmesi



Şekil 2.8 Hasat tablası altında kalan yapraklarda genç, yaşlı ve genel yaprak örneklemesi

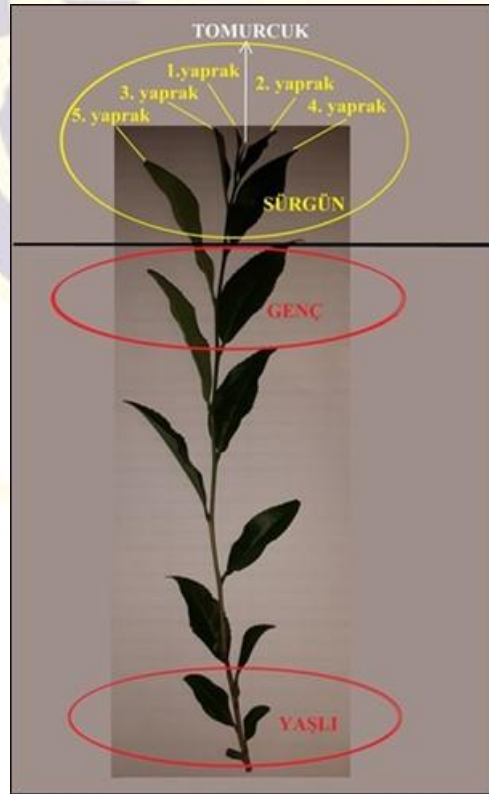
Denemenin yürütüldüğü her iki yılda da her bir hasat döneminde önceden belirlenen ve etiketlenen 10 daldan süren sürgünlerde bulunan yaş yapraklar hasat edilmeden önce bu dallardan 8'inde hasat tablası (Bkz: Şekil 2.10) altında kalan yapraklar "genç" ve "yaşlı" yapraklar olarak öğelerine ayrılarak alınmıştır. Geriye kalan 2 dalda ise hasat tablası altında kalan yapraklar öğelerine ayrılmadan "genel" olarak değerlendirilmek üzere alınmıştır (Şekil 2.8).

Her iki yılda da her bir hasat döneminde denemenin başlangıcında seçilerek etiketlenen 10 ayrı daldan süren (Şekil 2.9) ve hasada esas olan sürgünlerde bulunan yaprak örnekleri;

- a) 1. yaprak (tomurcuğun altında bulunan yaprak)
- b) 2. yaprak
- c) 3. yaprak
- d) 4. yaprak
- e) 5. yaprak (Sürgünde ilk çıkan yaprak)
- f) Sürgün geneli olmak üzere 9 farklı yaprak örnekleme yapılmıştır (Şekil 2.10).



Şekil 2.9 Deneme alanında örnekleme yapılan hasada esas sürgünlerin genel görünümü (foto.: Meriç Balcı)



Şekil 2.10 Hasat döneminde etiketli dallardan yapılan sürgün, genç ve yaşlı yaprak örnekleme. Siyah çizgi: hasat tablasını ifade etmektedir.

Yaprak örneklemeleri denemenin birinci yılında 14 Mayıs 2014, 8 Temmuz 2014, 1 Eylül 2014; ikinci yılında ise yılında 29 Mayıs 2015, 23 Temmuz 2015 ve 10 Eylül 2015 tarihlerinde gerçekleştirilmiştir.

2.2.4 Deneme hasadı

Artvin ili Arhavi ilçesi Yemişli Mahallesinde iki yıl üst üste kurulan ve yürütülen tarla denemelerinin birinci, ikinci ve üçüncü sürgün hasatları her iki yılda da Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü'nün (ÇAYKUR) ilan ettiği kampanya dönemleri içerisinde yapılmıştır. Hasat dönemleri ve tarihleri Çizelge 2.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.2 Tarla denemesinin hasat dönemleri ve tarihleri

SÜRGÜN DÖNEMLERİ	I. Yıl (2014)	II. Yıl (2015)
I. sürgün hasadı	15 Mayıs 2014	30 Mayıs 2015
II. sürgün hasadı	9 Temmuz 2014	24 Temmuz 2015
III. sürgün hasadı	2 Eylül 2014	11 Eylül 2015

Her bir parsel hasat edilirken yörede yaygın olarak kullanılan hasat makası (Şekil 3.11) kullanılmıştır. Hasat makası yardımıyla sürgünler ÇAYKUR tarafından belirtilen şekilde dikkatli bir şekilde kesilmiş ve her bir parselden elde edilen yaş çay yaprağı miktarı tartılarak parsel verimleri belirlenmiştir. Sürgünler hasat edilirken etiketli dallardan elde edilen sürgünler ayrı hasat edilmiş ve bu sürgünlerin EK 1'deki şablon yardımıyla boyları ölçülmüştür.



a) Hasat makası

b) Sürgün hasadı

Şekil 2.11 Hasat makası (a) ve denemede sürgün hasadının yapılması (b) (foto: Meriç Balcı)

2.3 Toprak Analizi

2.3.1 Toprak örneğinin alınması ve analize hazırlanması

Denemenin yürütüldüğü çay bahçesi içerisinde o çaylığı karakterize edebilen birkaç noktadan (Bkz: Şekil 2.2) Jackson (1962) tarafından bildirildiği şekilde verimlilik ilkesine göre 0-20 cm derinlikten toprak örneği alınmış ve karıştırılarak homojen hale getirilmiştir. Toprak örneği alınırken mikro element bulaşmamasına

özen gösterilmiştir. Deneme alanından farklı noktalardan alınan ve homojen hale getirilen toprak örneği polietilen yaygılar üzerinde güneş görmeyen gölge bir yerde havada kuru duruma gelinceye dek kurutulmuş, iri kesekler ezilmiş, 2 mm'lik elekten geçirilmiş ve yaklaşık 1 kg kadar toprak örneği kapaklı cam kavanoz içerisinde saklanmıştır.

2.3.2 Toprak örneğinde yapılan bazı fiziksel ve kimyasal analizler

Mekanik çözümlene (Tekstür): Toprak örneğinde kum, silt ve kil fraksiyonları Bouyoucos (1951) tarafından bildirildiği şekilde hidrometre yöntemine göre belirlenmiştir.

Toprak reaksiyonu (pH): Saf su ile 1:2,5 oranında sulandırılmış toprak örneğinde Orion 720 A+ pH metresiyle belirlenmiştir (Grewelling ve Peech 1960).

Elektiriksel iletkenlik (EC): Saf su ile 1:2,5 oranında sulandırılmış toprak örneğinde WTW model EC-metresi ile belirlenmiştir (Anonymous 1951).

Kireç: Sheibler kalsimetresinde 0,5 gr toprak örneği ile 10 ml HCl çözeltisinin etkileşimi sonucu açığa çıkan CO₂ gazının hacmi ile belirlenmiştir (Allison ve Moodie, 1965).

Organik madde: Jackson (1962) tarafından bildirildiği şekilde değiştirilmiş Walkley-Black yaş yakma yöntemine göre belirlenmiştir.

Bitkiye yararlı bor: Bingham (1982) tarafından açıklanan sıcak su yöntemine göre 0,01 M CaCl₂ ile ekstrakte edilen örneklerde bitkiye yararlı bor ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry, Perkin Emler Model DV 2100) cihazı ile belirlenmiştir (Boss ve Fredeen, 2004). Yöntemde toprak çözelti oranı 1:2 olup bekleme süresi 5 dakikadır.

Toplam azot: Bremner (1965) tarafından bildirildiği şekilde Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir.

Bitkiye yararlı fosfor: Bray ve Kurtz No 1 yöntemi temelde asit tepkimeli topraklar için geliştirilmiş ve bu topraklarda başarıyla uygulanmış bir yöntemdir. Bray ve Kurtz (1945) tarafından geliştirilen bu yöntemde; ekstrakt çözeltisi olarak 0,03 N NH₄F + 0,025 N HCl kullanılacak ve toprak:çözelti oranı 1:7 olacak şekilde hazırlanan karışım 1 dakika çalkalanmıştır. Süzükteki fosfor miktarı, ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry, Perkin Emler Model DV 2100) cihazı ile belirlenmiştir (Boss ve Fredeen 2004).

Değişebilir potasyum: Pratt (1965) tarafından bildirildiği şekilde toprak örneği 1,0 N nötr amonyum asetat ile ekstrakte edilerek süzükteki sodyum ve potasyum ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry, Perkin Emler Model DV 2100) cihazı ile belirlenmiştir (Boss ve Fredeen 2004).

Bitkiye yararlı demir, bakır, çinko ve mangan: Lindsay ve Norvell (1978) tarafından bildirildiği şekilde pH'ı 7,3'e ayarlanmış 0,005 M DTPA + 0,01 M CaCl₂ + 0,1 M TEA ekstrakt çözeltisi ile ekstrakte edilen toprak çözeltisindeki çinko, demir, bakır ve mangan ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry, Perkin Emler Model DV 2100) cihazı ile belirlenecektir (Boss ve Fredeen 2004).

2.3.3 Toprak analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

Çalışma alanı olarak belirlenen deneme bahçesinden alınan toprak örneğinde yapılan analizlerden elde edilen sonuçlar Ek 2’de verilen yeterlilik değerlerinden yararlanılarak değerlendirilmiştir.

2.4 Bitki Analizi

2.4.1 Bitki örneklerinin alınması ve analize hazırlanması

Denemenin her iki yılında da her bir hasat döneminde Bölüm 2.2.3’de açıklandığı şekilde alınan çay bitkisi yaprak örnekleri kese kağıtları içerisinde laboratuvara getirilmiş, saf su ile yıkanmış ve 65 °C’de durağan ağırlığa gelene kadar hava sirkülasyonlu kurutma dolabında kurutulmuştur. Kurutulan yaprak örnekleri öğütülmüş, polietilen torbalara aktarılmış ve etiketlenmiştir.

Denemenin farklı aşamalarından elde edilen ve analizler için hazır hale getirilen yaprak örnekleri Berghof-MWS-2 Model 24 yakma üniteli mikrodalga örnek parçalayıcıda konsantre nitrik asit ile yaş yakılmıştır (Boss ve Fredeen 2004). Yakma işlemi tamamlandıktan sonra 14 ml’lik dereceli tüplere ultra saf su ile yıkanarak aktarılmış ve tüpler ultra saf su ile derecesine tamamlanmıştır. Tüpler içerisindeki bitki çözeltileri Whatman 42 filtre kağıdından plastik kaplara süzülerek ağızları kapatılmıştır. Bitki örneklerinin alınması ve analize hazırlanması sürecinde olası bulaşmalara karşı gerekli her türlü önlem alınmıştır.

2.4.2 Bitki örneklerinde yapılan analizler

2.4.2.1. Toplam bor belirlenmesi

Mikrodalga fırında yaş yakma yöntemi ile yakılarak elde edilen süzükte toplam bor ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry, Perkin Emler Model DV 2100) cihazı ile belirlenmiştir (Boss ve Fredeen 2004).

2.5 Bitki analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

Çalışma alanı olarak belirlenen deneme bahçesinden alınan bitki örneklerinde yapılan analizlerden elde edilen sonuçlar Ek 3’de verilen yeterlilik değerlerinden yararlanılarak değerlendirilmiştir.

2.6. İstatistik Analizler

Deneme sonuçlarının varyans analizleri MINITAB paket programıyla (Minitab Release 10.51), Duncan (Duncan’s Multiple Range Test) testi ise MSTAT paket programıyla (Version 3.00) yapılmıştır.

2.7 Deneme alanına ait meteorolojik veriler

Artvin ili Arhavi ilçesine ait uzun yıl meteorolojik verilerinin olmaması nedeniyle bölgeyle benzer iklimik özelliklere sahip olan Artvin’in Hopa ilçesinin Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğünden elde edilen son 53 yıllık verilere göre, bölgede yıl boyu ortalama sıcaklık 14,51 C⁰’dir. Sıcaklık 0,1 C⁰’nin altında olduğu aylar Aralık, Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Kasım ve Aralık aylarıdır. Yıllar boyunca rapor edilen en düşük sıcaklık -7,5 C⁰ iken en yüksek sıcaklık 42,2 C⁰’dir (Çizelge 2.3).

Çizelge 2.3 Hopa ilçesine ait meteorolojik veriler (1962-2015)

Parametreler	Aylar (1962-2015)												Ortalamalar
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Sıcaklık (C ⁰)	7,4	7,5	8,7	12,1	16,0	20,1	22,6	22,7	19,6	15,8	12,2	9,4	14,51
En düşük (C ⁰)	-7,5	-6,0	-5,0	-6,0	4,4	7,0	12,6	12,8	7,1	2,8	-2,8	-6,0	-
En yüksek (C ⁰)	24,2	27,3	37,0	38,6	39,8	42,2	39,0	36,2	37,0	35,5	30,6	28,5	-
≤0,1 C ⁰ , günler ortalaması	4,1	4,3	2,4	0,2	-	-	-	-	-	-	0,1	1,6	-
Toplam yağış ortalaması (mm)	201,0	159,3	144,1	98,6	90,5	159,4	142,7	187,4	263,5	307,0	255,4	243,9	2252,8 (ortalamalar toplam)
En yüksek yağış (mm)	76,7	67,3	64,1	52,7	87,6	156,3	170,4	222,0	338,7	153,5	148,1	99,7	-
Kar yağışlı günler sayısı	3,2	3,0	1,8	0,3	-	-	-	-	-	-	0,1	1,4	9,8
Karla kaplı günler sayısı	2,9	3,1	1,4	0,1	-	-	-	-	-	-	-	1,2	8,7
Açık gün	4,4	4,3	4,2	4,2	4,6	5,9	4,2	4,0	6,1	7,0	6,7	5,4	61
Kapalı gün	13,4	12,5	14,3	12,8	10,3	8,7	12,3	11,1	8,8	10,1	9,7	12,7	136,70
Bulutlu gün	13,1	11,4	12,5	12,9	16,1	15,4	14,6	15,9	15,1	13,9	13,6	12,9	167,40
Ortalama nem, %	61,9	64,7	70,7	74,2	77,6	76,6	79,0	79,5	78,2	75,4	66,9	60,1	72,07
En düşük nem, %	8	5	9	5	8	15	15	29	13	8	5	4	-
En düşük toprak sıcaklığı [20 cm derinlikte, (C ⁰)]	1,0	0,6	0,7	6,0	10,0	14,4	18,6	17,4	13,6	8,6	4,0	1,8	-

İlçede aylara göre yağış ortalaması toplamı yaklaşık 2253 mm olup çay bitkisinin sağlıklı gelişebilmesi için gerekli yağış miktarının (2000 mm) üzerindedir. Bölgede kar yağışı Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Kasım ve Aralık aylarında görülmektedir. Yıl içerisinde en yüksek yağış Eylül, Ekim, Kasım, Aralık aylarında en düşük yağış ise Nisan ve Mayıs aylarında görülmektedir. Yılda kar yağışlı gün sayısı yaklaşık 19 gün olup, yılda sadece 9 gün karla kaplıdır. Yıl içerisinde açık gün sayısı 61, kapalı gün sayısı 137, bulutlu gün sayısı 167'dir. İlçede 53 yıllık ortalamalara göre yıllık ortalama bağıl nem 72,07 olup yıl içerisinde %60,1 ile %79,5 arasında düzgün bir dağılım göstermektedir. Yıl içerisinde 20 cm derinlikte en düşük toprak sıcaklıkları Aralık, Ocak, Şubat, Mart ve Nisan aylarında görülmektedir (Çizelge 2.3).

1946

3. Analiz ve Bulgular

3.1 Deneme Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Artvin ili Arhavi ilçesi Yemişlik mahallesinde yürütülen deneme alanı tın tekstürlü olup bitkiye yarayışlı bor konsantrasyonu bakımından $0,35 \text{ mg kg}^{-1}$ ile çok az düzeyde olduğu belirlenmiştir. Tuzsuz toprağa sahip olan deneme alanı organik maddece fazla ve reaksiyon derecesi kuvvetli asidiktir. (Çizelge 3.1).

Genelde bitkiye yarayışlı borun çoğunun organik madde tarafından kuvvetli bir şekilde tutulması ve humusun bora karşı çok yüksek bir kimyasal ilgisinin olmasından dolayı organik madde içeriği yüksek olan toprakların bor içeriğinin de yüksek olması beklenir (Gupta 1968, Gu ve Lowe 1990, Parks ve White 1995).

Çizelge 3.1 Deneme alanından alınan toprak örneği analiz sonuçları.

Özellikler	Değerler	Değerlendirme	Literatür
Kum, %	22	Tın	Bouyoucos, 1951
Silt, %	26		
Kil, %	53		
Toprak Reaksiyonu (pH)	4,39	Kuvvetli Asidik	Ülgen ve Yurtsever, 1974
Organik Madde, g kg^{-1}	57,0	Fazla	
Elektriksel İletkenlik (EC)	0,57	Tuzsuz	Tüzüner, 1990
Bitkiye yarayışlı B, mg kg^{-1}	0,35	Çok Az	Bingham, 1982
Bitkiye yarayışlı P, mg kg^{-1}	55,6	Çok Fazla	Bray ve Kurtz (1945)
Toplam N, %	0,82	Fazla	Anonim, 1990
Bitkiye yarayışlı K, mg kg^{-1}	298	Orta	
Bitkiye yarayışlı Ca, mg kg^{-1}	1224	Yeterli	
Bitkiye yarayışlı Mg, mg kg^{-1}	434	Yeterli	
Bitkiye yarayışlı Fe, mg kg^{-1}	211	İyi	Lindsay ve Norvell, 1978
Bitkiye yarayışlı Cu, mg kg^{-1}	0,72	Yeterli	
Bitkiye yarayışlı Zn, mg kg^{-1}	4,11	Fazla	
Bitkiye yarayışlı Mn, mg kg^{-1}	73,6	Fazla	

Ancak, Doğu Karadeniz Bölgesi topraklarının asit reaksiyonlu ve yağışın çok yüksek olması nedeniyle borun topraktan kolayca yıkanmasını sağlamakta ve bu nedenle bölge toprakları bitkiye yarayışlı bor yönünden yetersiz olmaktadır. Özyazıcı vd.'e (2012) göre özellikle Doğu Karadeniz bölgesinde yağışın fazla olmasından dolayı görülen podzollaşma neticesinde üst toprak katı (A horizonu) aşırı derecede yıkanarak toprakta bulunan borun ve diğer katyonların çoğunu yıkanmaktadır. Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarımı yapılan toprakların bitkiye yarayışlı bor yönünden noksan olduğu Kacar vd. (1979) ve Turan ve ark., (2016) tarafından yürütülen çalışmalarla da ortaya konulmuştur.

Yapılan analizler sonucunda toprakta tuz yok, toplam azot %0,82 ile "fazla"; fosfor $55,6 \text{ mg kg}^{-1}$ ile "çok fazla", kalsiyum, magnezyum ve bakır sırayla 1224 mg kg^{-1} , 434 mg kg^{-1} ve $0,72 \text{ mg kg}^{-1}$ ile "yeterli"; demir 211 mg kg^{-1} ile "iyi"; çinko ve mangan sırayla $4,11 \text{ mg kg}^{-1}$ ve $73,6 \text{ mg kg}^{-1}$ ile "fazla" seviyededir (Çizelge 3.1).

3.2 Bor Uygulamalarının Yaş Yaprak Verimi ve Sürgün Boyu Üzerine Etkisi

3.2.1 Bor uygulamalarının yaş yaprak verimi üzerine etkisi

Denemenin yürütüldüğü Artvin ili Arhavi ilçesi Yemişlik mahallesinde bulunan çay bahçesi toprağının bor konsantrasyonunun “çok az” olması nedeniyle, çay bitkisi uygulanan bora kontrole göre olumlu tepki vermiş ve yaş çay yaprağı verimini artırmıştır. Toprakta bor konsantrasyonunun çok az olması nedeniyle kontrol uygulamasında yetiştirilen çay bitkisinde bor noksanlık belirtileri ve gelişim üzerine olumsuz etkileri gözlemlenmiş (Şekil 3.1) ve her iki yılda da en düşük yaş yaprak verimi tüm hasat dönemlerinde B0Y0 uygulamalarında elde edilmiştir. Pethiyagoda ve Krishnapillai (1971) çay bitkisinde bor noksanlığının ilk belirtilerinin büyüme uçlarında gelişmenin gerilemesi olduğunu ve bor noksanlığında tepe tomurcuğu dinlenme haline girerek kısa sürede öldüğünü bildirmişlerdir. Bu durum bitkinin verimi üzerine ciddi derecede önem arz etmektedir.



Şekil 3.1 B0Y0 (kontrol) grubunda B noksanlığı (yapraklar olması gereğinden daha koyu renkte, dinlenmeye geçen tepe tomurcuğu)

Artvin ili Arhavi ilçesi Yemişlik mahallesinde üretici bahçesinde yürütülen tarla denemesinde bor uygulamalarının birinci ve ikinci yıl I., II. ve III. Hasat dönemlerinde yaş yaprak verimi üzerine olan etkisi Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2 Bor uygulamalarının çay bitkisi yaş yaprak verimi üzerine etkisi

Yaş Yaprak Verimi (kg da ⁻¹)								
I. YIL								
Uyg.	I. Hasat	Artış, %	II. Hasat	Artış, %	III. Hasat	Artış, %	Toplam	Artış, %
B0Y0	490b±0,03	-	505c±0,02	-	190c±0,03	-	1185c±0,03	-
B0Y1	525b±0,03	7	645a±0,02	28	270b±0,03	42	1440b±0,03	22
B1Y0	505b±0,03	3	580b±0,02	15	270b±0,03	42	1355bc±0,03	14
B1Y1	640a±0,03	31	655a±0,02	30	320a±0,03	68	1465a±0,03	24
F değeri	25,01 ^{***}		56,03 ^{***}		18,38 ^{***}		152,61 ^{**}	
II. YIL								
B0Y0	475c±0,03	-	535c±0,03	-	315c±0,01	-	1325b±0,04	-
B0Y1	575b±0,03	21	695a±0,03	30	350b±0,01	11	1620a±0,04	22
B1Y0	550b±0,03	16	645b±0,03	21	370a±0,01	17	1565a±0,04	18
B1Y1	665a±0,03	40	690a±0,03	29	390a±0,01	24	1465a±0,04	32
F değeri	25,54 ^{***}		30,02 ^{***}		21,50 ^{***}		74,30 [*]	

* p<0,05, ** p<0,01, *** p<0,001

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark önemli değildir (Duncan testi, %5)

Bor uygulaması her iki yılda da yaş yaprak verimi üzerine olumlu etkide bulunmuş ve her üç hasat döneminde de yaş yaprak verimini kontrol (B0Y0) uygulamasına göre artırmış ve bu artış istatistiki olarak önemli (P<0,01) bulunmuştur (Çizelge 3.2). Hasat dönemlerine göre yaş yaprak verimleri incelendiğinde her iki yılda da yaş yaprak verimi birinci hasat döneminde elde edilen yaş yaprak verimine göre ikinci hasat döneminde artmış üçüncü hasat döneminde ise azalmıştır (Çizelge 3.2)

Denemenin birinci yılında, çay bitkisinin yaş yaprak verimi uygulanan bora bağlı olarak her üç hasat döneminde de sürekli olarak artmıştır (Çizelge 3.2). Her üç hasat döneminde de kontrol uygulamasına göre en fazla artışın borun topraktan ve yapraktan birlikte uygulandığı (B1Y1 uygulaması) durumda (sırasıyla %31, %30 ve %68) elde edilmiştir.

Birinci yıl toplam yaş yaprak verimi incelendiğinde, yaş yaprak veriminin uygulanan bora bağlı olarak sürekli arttığı ve bu artışın istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.2). Toplam yaş yaprak veriminde de kontrole göre en fazla artışın %24 ile borun topraktan ve yapraktan birlikte uygulanması durumunda (B1Y1 uygulaması) elde edildiği ve bunu sırasıyla B0Y1 (%22) ve B1Y0 (%14) uygulamalarının izlediği belirlenmiştir (Çizelge 3.2).

Denemenin ikinci yılında, çay bitkisinin yaş yaprak verimi uygulanan bora bağlı olarak her üç hasat döneminde de sürekli olarak artmıştır (Çizelge 3.2). Her üç hasat döneminde de kontrol uygulamasına göre en fazla artışın borun topraktan ve yapraktan birlikte uygulandığı (B1Y1 uygulaması) durumda (sırasıyla %40, %29 ve %24) elde edilmiştir.

İkinci yıl toplam yaş yaprak verimi incelendiğinde, yaş yaprak veriminin uygulanan bora bağlı olarak sürekli arttığı ve bu artışın istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.2). Toplam yaş yaprak veriminde de kontrole göre en fazla artışın %24 ile borun topraktan ve yapraktan birlikte uygulanması durumunda (B1Y1 uygulaması) elde edildiği ve bunu sırasıyla B0Y1 (% 22) ve B1Y0 (% 18) uygulamalarının izlediği belirlenmiştir (Çizelge 3.2). Taban vd. (2015) Doğu Karadeniz bölgesinde yedi

farklı yörede artan düzeyde topraktan bor uygulandığında çay bitkisinde yaş yaprak veriminin genelde arttığını tespit etmişlerdir. Özellikle topraktan (300 g B) ve yapraktan (300 mg L⁻¹) (B3Y1) bor uygulandığında maksimum yaş yaprak verimi elde edilmiştir. Barua ve Dutta (1972) ise Hindistan'da yürüttükleri çalışmada 5,6 kg B ha⁻¹ uygulamasının çayda yaş yaprak verimini artırdığını belirlemişlerdir.

Yürütülen bu çalışmada, her iki yılda da hasat dönemlerine göre uygulanan bora bağlı olarak yaş yaprak verimleri birinci hasat döneminde elde edilen yaş yaprak verimine göre ikinci hasat döneminde artmış ve üçüncü hasat döneminde azalmıştır. İlk iki hasat dönemi yaş yaprak verimleri arasındaki fark birbirine yakın olmakla birlikte üçüncü hasat dönemindeki azalış birinci hasat döneminden elde edilen verim değerlerinin de altında olmuştur. Taban vd. (2015) Doğu Karadeniz Bölgesinde yedi lokasyonda yürüttükleri çalışmada yaş yaprak veriminin benzer şekilde hasat dönemlerine bağlı olarak bazı lokasyonlarda sürekli azaldığını, bazı lokasyonlarda ise ikinci hasat döneminde arttığını ve üçüncü hasat döneminde tekrar düştüğünü belirlemişlerdir. Arhavi yöresinde kurulan denemede, yaş çay yaprak verimi yürütülen çalışmayla örtüşen sonuçlar vermiş; verimde ikinci hasat döneminde artış, üçüncü hasat döneminde ise birinci hasat dönemi elde edilen değer de altında azalış görülmüştür. Bor uygulaması sonucu elde edilen yaş yaprak verimleri ise ikinci yılda Hopa, Fındıklı, Çayeli ve Of yöresinde artarken, Arhavi, Kalkandere ve Eynesil yöresinde azalmıştır. Horuz ve Korkmaz (2006) ise çay bitkisi ile yürüttükleri denemede, farklı sürgün dönemlerinde (I., II. ve III. dönem) hasat edilen çay bitkisinin yaş yaprak verim miktarlarını incelemişler ve I. sürgün döneminde çayın verim miktarı 650 mg kg⁻¹ iken, II. sürgün döneminde 550 mg kg⁻¹'a III. sürgün döneminde ise 300 mg kg⁻¹'a düştüğünü tespit etmişlerdir.

Hasat dönemlerine bağlı olarak yaş yaprak verimindeki azalma Urs ve Fischer'e göre (1994) vejetasyon döneminin ilerlemesine bağlı olarak azot metabolizması asimilasyondan remobilizasyona doğru değişmekte, nitratı indirgeyen enzimler azalmakta, katabolik enzimlerin artmakta ve kloroplastlar bozunmaya başlamaktadır. Araştırmacılar yeni sezon başlangıcında, vejetatif depo organlarındaki rezerve besin maddelerinden dolayı ilk dönemlerde bitki gelişiminin hızlı bir şekilde gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Bununla beraber olgunluk dönemi ilerledikçe bitkinin besin alımının azalması ve kuru madde oluşumunun devam etmesi nedeni ile bitkinin mineral kapsamının olgunluk dönemlerinde düşmesi ve genç bitki dokularının daha fazla NPK içermeleri de vejetasyon dönemleri arasındaki farklılığı açıklamaktadır (Korkmaz vd. 1993, Aktaş 1994).

Her iki yılın B uygulamaları incelendiğinde borun topraktan ve yapraktan birlikte uygulandığı B1Y1 uygulamasının diğer uygulamalara oranla gözle görülür bir biçimde daha etkili olduğu ve bu uygulamayı B0Y1 uygulamasının takip ettiği görülmektedir (Çizelge 3.2). Taban vd. (2015) Doğu Karadeniz Bölgesinde 7 farklı lokasyonda yürüttükleri çalışmada artan düzeyde topraktan bor uygulandığında çay bitkisinde yaş yaprak verimi genelde arttığını tespit etmişlerdir. Topraktan 300 g B uygulandığında bu artış daha fazla olmuştur. Özellikle topraktan 300 g bor yapraktan 300 mg L⁻¹ (B3Y1) bor birlikte uygulandığında maksimum yaş yaprak verimi elde edildiğini bildirmişlerdir.

3.2.2 Bor uygulamalarının sürgün boyu üzerine etkisi

Bor uygulamaları her iki yılda da çay bitkisinin sürgün boyları üzerine olumlu etkide bulunmuş ve her üç hasat döneminde de sürgün boyları kontrol (B0Y0) uygulamasına göre artırmış ve bu artış istatistiksel olarak önemli (P<0,01) bulunmuştur (Çizelge 3.3). Hasat dönemlerine göre sürgün boyları incelendiğinde, her iki yılda da sürgün boyu birinci hasat döneminde elde edilen sürgün boyuna göre ikinci hasat döneminde artmış

üçüncü hasat döneminde ise azalmıştır (Çizelge 3.3)

Çizelge 3.3. Bor uygulamalarının birinci yıl çay bitkisi sürgün boyu üzerine etkisi

Sürgün boyu, cm						
I. YIL						
Uygulamalar	I. Hasat	Artış, %	II. Hasat	Artış, %	III. Hasat	Artış, %
B0Y0	12,18c±0,34	-	14,22c±0,29	-	11,88b±0,23	-
B0Y1	15,52ab±0,34	27	17,80b±0,29	25	14,56a±0,23	23
B1Y0	14,56b±0,34	20	18,04b±0,29	27	14,56a±0,23	23
B1Y1	15,72a±0,34	29	19,64a±0,29	38	14,87a±0,23	25
F değeri	23,01***		63,46***		35,45***	
II. YIL						
B0Y0	16,18c±0,23	-	17,19c±0,30	-	12,82b±0,38	-
B0Y1	19,40a±0,23	20	19,54b±0,30	14	15,80a±0,38	23
B1Y0	19,38a±0,23	20	20,26ab±0,30	18	16,52a±0,38	29
B1Y1	18,68b±0,23	15	20,52a±0,30	19	16,10a±0,38	26
F değeri	45,19***		24,84***		20,03***	

*** p<0,001

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark önemli değildir (Duncan testi, %5)

Denemenin birinci yılında, çay bitkisinin sürgün boyları uygulanan bora bağlı olarak her üç hasat döneminde de sürekli olarak artmıştır (Çizelge 3.3). Her üç hasat döneminde de kontrol uygulamasına göre en fazla artışın borun topraktan ve yapraklardan birlikte uygulandığı (B1Y1 uygulaması) durumda (sırasıyla %29, %38 ve %25) elde edilmiştir.

Denemenin ikinci yılında, çay bitkisinin sürgün boyları uygulanan bora bağlı olarak her üç hasat döneminde de sürekli olarak artmıştır (Çizelge 3.3). Kontrol uygulamasına göre sürgün boylarındaki artış birinci hasat döneminde %20'lik artış ile B0Y1 ve B1Y0 uygulamalarında, ikinci hasat döneminde ise %19'luk artış ile B1Y1 uygulamasında üçüncü hasat döneminde ise %29'luk artış ile B1Y0 uygulamasında elde edilmiştir (Çizelge 3.3)

Birinci ve ikinci yıl sürgün boyları birlikte değerlendirildiğinde bor uygulamalarının her iki yılda da sürgün boyu üzerine olumlu etkide bulunduğu ve her üç hasat döneminde de sürgün boyunu kontrol (B0Y0) uygulamasına göre arttırdığı görülmüştür (Çizelge 3.3). Çay tarımı yapılan topraklarda ve çay bitkisinde borun noksan olması sonucu uygulanan bora bağlı olarak bitki gelişimi olumlu yönde etkilenmiş ve bitki gelişimi dolayısı ile sürgün boyu artmıştır.

Çay bitkisinde bor noksanlığı durumunda yapraklarda tepe tomurcuğunun dinlenme haline geçmesi sonucu bitkinin sağlıklı gelişimi ciddi anlamda sekteye uğramaktadır (Pethiyagoda ve Krishnapillai 1971). Güneş vd.'ne (2010) göre bitkide boğum aralarının ve büyüme uçlarının kısalması, bodurlaşma ve çalılışma bitkide bor noksanlığı belirtileri arasında görülmektedir. Bu durum bitki sürgün boyunu olumsuz yönde etkilemektedir.

Yürütülen bu çalışmada B uygulamaları sonucu her iki yılda da hasat dönemlerine göre uygulanan bora bağlı

olarak sürgün boyu ikinci hasat döneminde artmış ve üçüncü hasat döneminde azalmıştır; bu azalış birinci hasat döneminden elde edilen değerlerin de altında olmuştur. Bitki gelişiminin başlangıç dönemlerinde vejetatif depo organlarındaki rezerve besin maddelerinin fazlalığından dolayı ilk dönemlerde bitki gelişiminin hızlı bir şekilde gerçekleşmesi vejetasyon dönemleri arasındaki farklılığı doğurmaktadır (Korkmaz vd. 1993, Aktaş 1994, Urs ve Fisher 1994, Horuz ve Korkmaz 2006, Taban vd. 2015).

Çay bitkisinin sürgün boyları üzerine bor uygulamaları incelendiğinde birinci yılda borun topraktan ve yapraktan uygulandığı B1Y1 uygulamasının diğer uygulamalara göre daha etkili olduğu, ikinci yılda ise hasat dönemlerine göre farklı bor uygulamalarının öne çıktığı görülmektedir (Çizelge 3.3).

3.3 Bor Uygulamasının Çay Bitkisi Hasat Tablası Altında Kalan ve Sürgün Üzerinde Bulunan Yaprakların Bor Konsantrasyonu ve Dağılımı Üzerine Etkisi

3.3.1. Bor uygulamasının hasat tablasının altında kalan yaprakların bor konsantrasyonu ve dağılımı üzerine etkisi

Bor uygulamalarının birinci ve ikinci yıl I., II. ve III. hasat dönemlerinde çay bitkisinin hasat tablasının altında kalan genç ve yaşlı yaprakları ve hasat tablası altındaki yaprakların genel olarak B konsantrasyon değerleri Çizelge 3.4’de verilmiştir.

Birinci ve ikinci yılda her üç hasat döneminde de B uygulamalarının çay bitkisinin hasat tablası altında kalan “genç” ve “yaşlı” yapraklar ile “genel” olarak ifade edilen yaprakların B konsantrasyonu üzerine etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 3.4). Benzer şekilde genç, yaşlı ve genel olarak ifade edilen yaprakların da uygulanan bora tepkileri birbirlerinden ayrımlı olmuş ve ayrımlılıklar da istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4 Birinci ve ikinci yılda I., II. ve III. hasat dönemlerinde hasat tablası altında kalan yaprakların Bor konsantrasyonu (mg kg-1)

I. YIL												
Uygulamalar	I. Hasat				II. Hasat				III. Hasat			
	Genç	Yaşlı	Genel	Ortalama	Genç	Yaşlı	Genel	Ortalama	Genç	Yaşlı	Genel	Ortalama
B0Y0	22,30	24,36	23,45	23,37A	13,87	17,42	15,19	15,49A	12,94	15,18	14,11	14,08A
B0Y1	39,28	40,63	40,55	40,16B	27,05	32,00	30,27	29,77B	21,45	30,51	24,86	25,61B
B1Y0	61,92	75,58	63,86	67,12C	45,02	64,85	56,36	55,41C	38,06	50,08	45,31	44,49C
B1Y1	72,16	87,63	79,64	79,81D	55,05	68,10	60,72	61,29C	46,28	49,94	47,25	47,82C
Ortalama	48,91a	57,05b	51,87ab		35,25a	45,60b	40,64b		29,69a	36,43c	32,88b	
Uyg. (U)	***				***				***			
Yaprak (Y)	*				*				*			
U X Y int	Öd				Öd				Öd			
II. YIL												
B0Y0	14,69Aa	16,94Ab	15,81Aab		13,57	14,56	13,88	14,0A	11,84Aa	14,18Ab	13,10Ac	
B0Y1	41,05Ba	60,48Bb	51,90Bb		31,47	40,46	35,28	35,74B	17,98Ba	34,80Bb	24,05Bc	
B1Y0	41,38Ba	45,86Ca	43,92Ba		34,10	47,66	41,93	41,23C	32,12Ca	40,28Cb	34,67Ca	
B1Y1	52,28Ca	77,00Db	65,21Cb		54,10	73,84	63,78	63,91D	37,69Da	44,00Ca	44,82Da	
Ort	-				33,31a	44,13c	38,72b		-			
Uyg. (U)	***				***				***			
Yaprak (Y)	***				***				***			
U X Y int	*				Öd				*			

Öd: önemli değil, * p<0,05, *** p<0,001

Aynı sütun ve satırda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark önemli değildir. Küçük harfler satır, büyük harfler sütun (Duncan testi, %5)

Birinci yılda her üç hasat döneminde, ikinci yılda ise II. hasat döneminde B uygulamalarının ve çay bitkisinin hasat tablası altına kalan genç ve yaşlı yapraklarının ve hasat tablası altındaki yaprakların genelinin B konsantrasyonu üzerine birlikte etkilerinin (Uygulama X Yaprak interaksyonu) önemsiz ikinci yılda I. ve III. hasat dönemlerinde ise önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.4).

Birinci ve ikinci yılda her üç hasat döneminde topraktan ve yapraktan B uygulandığında bitkinin hasat tablası altına kalan genç ve yaşlı yapraklarının ve yaprakların genelinin B konsantrasyonları önemli oranda artarken, yaprakların B konsantrasyonları yaşlı yapraktan genç yaprağa doğru azalmıştır. Tüm uygulamalarda en fazla bor yaşlı, en az bor ise genç yaprakta belirlenmiştir (Çizelge 3.4).

Birinci ve ikinci yılda her üç hasat döneminde bitkinin hasat tablası altına kalan genç ve yaşlı yapraklarının ve hasat tablası altındaki yaprakların genelinin B konsantrasyonu dikkate alındığında B1Y1 uygulamasının diğer uygulamalara oranla daha etkili olduğu ve bu uygulamayı sırasıyla B1Y0 ve B0Y1 uygulamalarının takip ettiği görülmektedir (Çizelge 3.4).

Bitkinin yaprak, gövde gibi organlarında gün içerisinde meydana gelen su kayıpları sonucunda su potansiyelinde meydana gelen farklılıklar neticesinde bitki su alma ihtiyacı hisseder ve bor da bu şekilde bir çeşit taşıma görevi olan suyla birlikte bitkinin üst organlarına taşınır. İlk ksilem taşınması bitkinin fazla besin maddesi ihtiyacı olmayan fakat transpirasyon oranı yüksek olan (yaşlı yapraklara) bölgelerine doğru gerçekleşir. Bitkinin transpirasyon ile buhar halinde su kaybedilmesi sürdükçe borun bitkide yukarı doğru taşınır ve bitkinin tepe organlarında birikir (Michael vd. 1969, Demirtaş 2004). Pate (1975)'e göre ksilemin canlı olmayan hücrelerinde köklerden yeşil aksama doğru olan yukarı doğru taşınma görülür. Gün boyunca

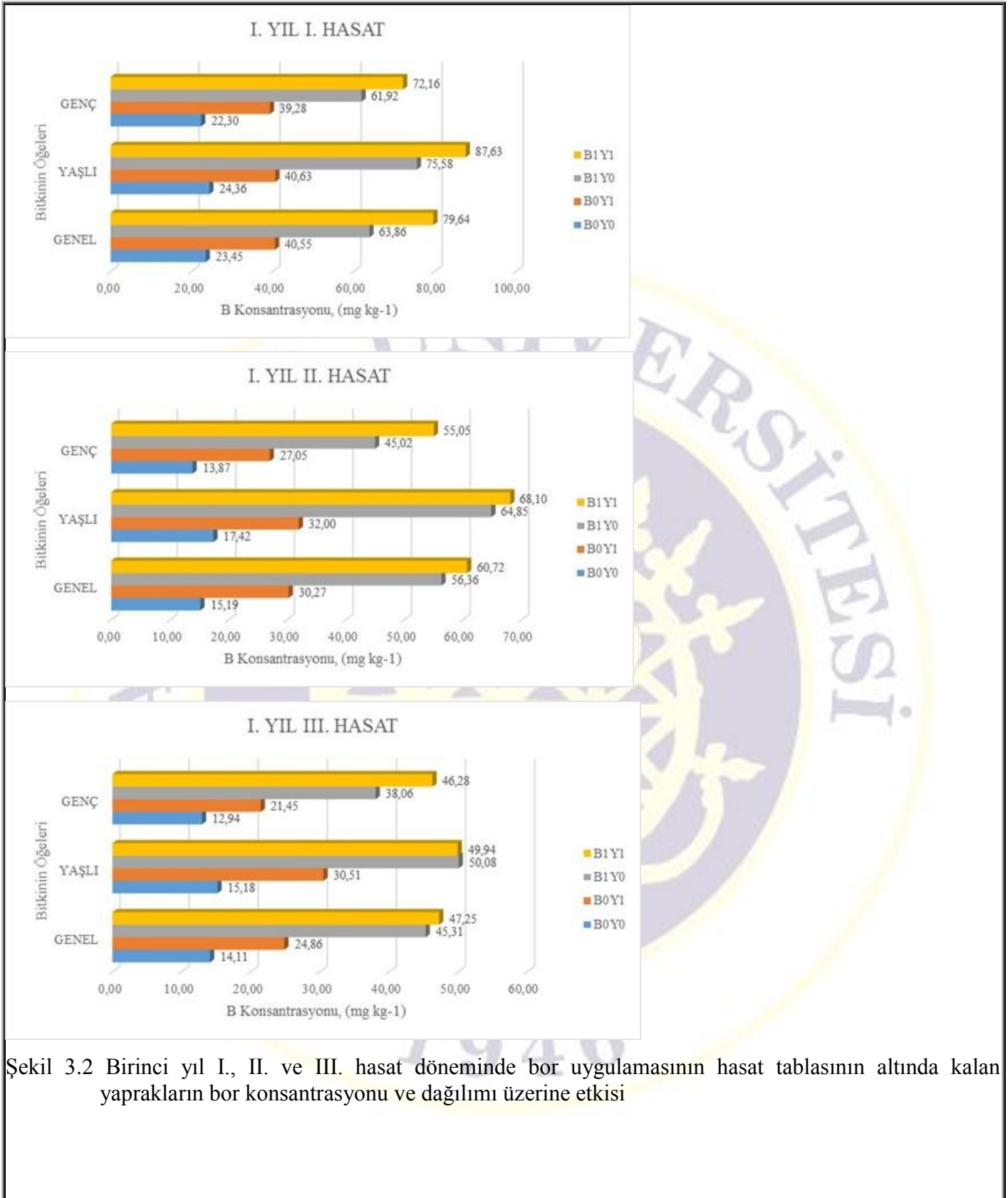
oluşan su kayıplarının sonucunda oluşan su potansiyeli gradientinden dolayı bitkide B hareketi meydana gelir. İlk ksilem taşınması genellikle daha fazla besin maddesi ihtiyacı olmayan yüksek transpirasyon yerlerine yani yaşlı yapraklara doğru gerçekleşir. Shelp vd. (1987, 1992) yukarı doğru (acropetal) konsantrasyon gradientinin azalmasının nedenini ksilemde B taşınımına bağlamışlar ve bunun da yeşil aksamdaki su kaybıyla orantılı olduğunu belirtmişlerdir.

Taban ve Erdal (2000), buğday çeşitlerinin bora tepkilerini incelemek amacıyla farklı bor dozları (0,1 ve 10 mg B kg⁻¹) uygulayarak düzenledikleri sera denemesinde kontrol grubunda ve bor uygulamasının yapıldığı çeşitlerin tümünde en fazla bor yaprak ucunda belirlenmiş ve bunu yaşlı yapraklar takip etmiştir. Kontrol grubunda bitkilerin ögelerinde belirlenen bor konsantrasyonunda belirgin bir farklılık görülmezken bor uygulanan gruplarda farklılıklar görülmüştür.

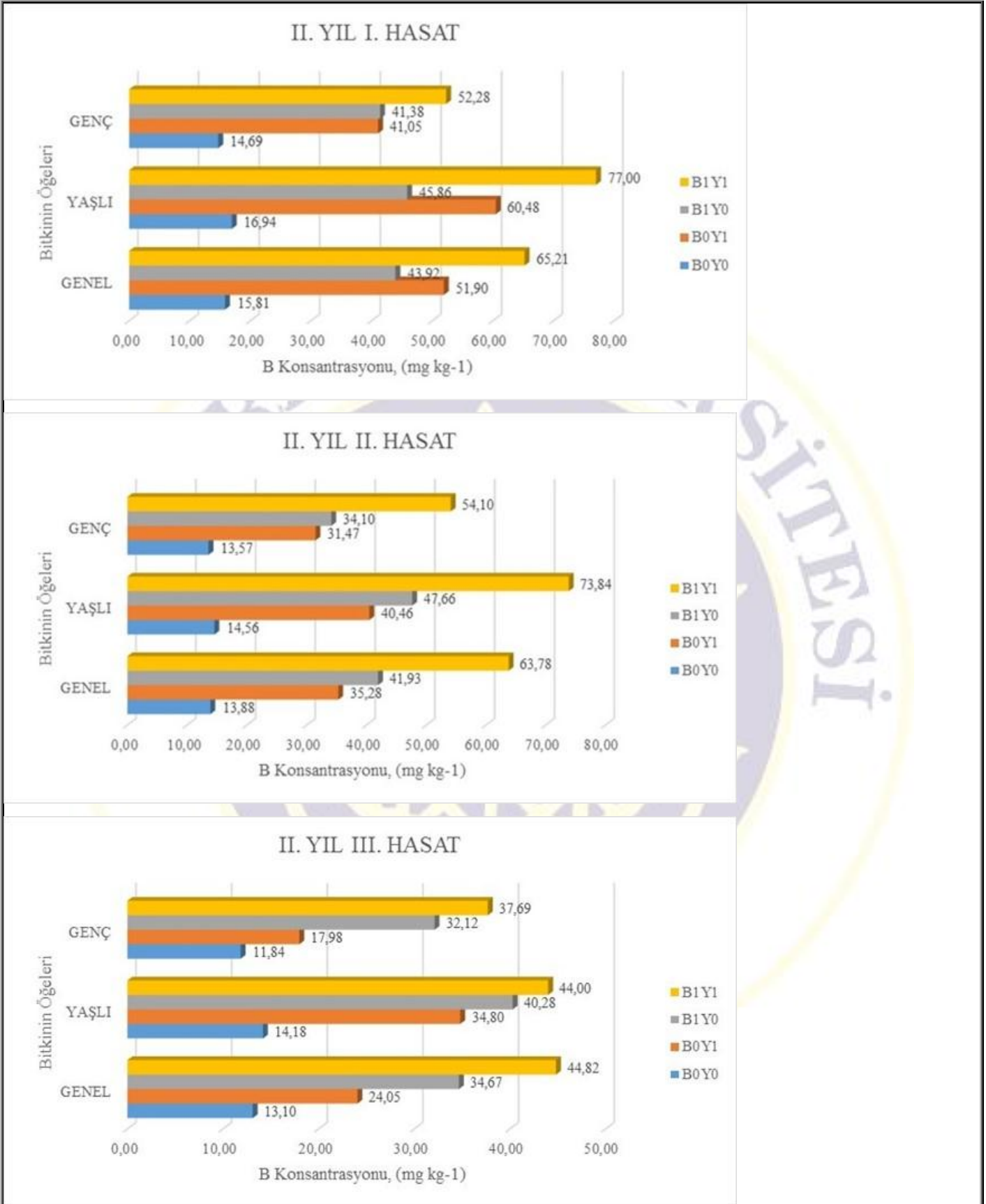
Denemenin iki yılında da her üç hasat döneminde B0Y0 uygulamasında genç, yaşlı ve yaprak geneli bor konsantrasyonları kritik sınır olan 30 mg kg⁻¹ değerinin altında iken, topraktan ve yapraktan uygulanan bora bağlı olarak bu değerler 30 mg kg⁻¹ değerinin üstüne çıkmıştır. Diğer bir ifadeyle B0Y1 ve B1Y0 uygulamaları çay bitkisinin bor ihtiyacını karşılar uygulama olurken, B1Y1 uygulaması ile her üç yaprak ögesinin bor konsantrasyonları 50 mg kg⁻¹ değerinin üzerine çıkarak toksik düzeye ulaşmıştır (Çizelge 3.4 ve Şekil 3.2 ve 3.3). Bor genellikle çay bitkisinin yaşlı yapraklarında birikmiştir.

Çay bitkisinin hasat tablası altında kalan ve genç, yaşlı ve genel olarak ifade edilen yaprakların bor konsantrasyonları hasat dönemlerine bağlı olarak giderek azalmıştır. En fazla bor konsantrasyonu her iki yılda da birinci hasat döneminde elde edilirken, en düşük bor konsantrasyonu 3. Hasat döneminde elde edilmiştir.





Şekil 3.2 Birinci yıl I., II. ve III. hasat döneminde bor uygulamasının hasat tablasının altında kalan yaprakların bor konsantrasyonu ve dağılımı üzerine etkisi



Şekil 3.3 İkinci yıl I., II. ve III. hasat döneminde bor uygulamasının hasat tablasının altında kalan yaprakların bor konsantrasyonu ve dağılımı üzerine etkisi

3.3.2 Bor uygulamasının bitki sürgününde yer alan ilk 5 yaprağındaki bor konsantrasyonu ve dağılımı üzerine etkisi

Bor uygulamalarının birinci ve ikinci yıl I., II. ve III. hasat dönemlerinde çay bitkisinin hasada esas sürgünlerinde (sürgünün üstünden altına doğru 1., 2., 3., 4. ve 5. yaprak) yer alan yaprakların bor konsantrasyonları ile bor dağılımları Çizelge 3.5’de verilmiştir.

Birinci ve ikinci yılda her üç hasat döneminde B uygulamalarının ve çay bitkisinin hasada esas sürgünlerindeki birden beşe kadar sıralanan her bir yaprağının B konsantrasyonu üzerine bireysel ve birlikte etkilerinin (Uygulama X Yaprak interaksyonu) önemli olduğu belirlenmiş ve bu etki istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,001$). Toprakta ve yaprakta B uygulandığında yaprakların B konsantrasyonları önemli oranda artarken, sürgün üzerinde yer alan yaprakların B konsantrasyonları 5. yaprakta 1. yaprağa doğru azalmıştır. Tüm uygulamalarda en fazla bor 5 no’lu yaprakta en az bor ise 1 no’lu yaprakta belirlenmiştir (Çizelge 3.5).

Birinci ve ikinci yılda her üç hasat döneminde bitkinin hasada esas sürgünlerindeki yaprakların B konsantrasyonu dikkate alındığında genel olarak B1Y1 uygulamasının diğer uygulamalara oranla daha etkili olduğu ve bu uygulamayı sırasıyla B1Y0 ve B0Y1 uygulamalarının takip ettiği görülmektedir (Çizelge 3.5).

Birinci yılda birinci hasat döneminde kontrol (B0Y0) ve B0Y1 uygulamalarında, ikinci ve üçüncü hasat dönemlerinde ise kontrol (B0Y0), B0Y1 ve B1Y0 uygulamalarında elde edilen yaprakların bor konsantrasyonları kritik sınır olan 30 mg kg^{-1} değerinin altında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.5 ve Şekil 3.4). Her üç hasat döneminde yalnız B1Y1 uygulaması genelde yaprakların bor konsantrasyonunu önemli düzeyde artırmış ve kritik sınır olan 30 mg kg^{-1} değerinin üstüne çıkarabilmiştir.

İkinci yılda ise her üç hasat döneminde de kontrol (B0Y0), B0Y1 ve B1Y0 uygulamalarında elde edilen yaprakların bor konsantrasyonları kritik sınır 30 mg kg^{-1} değerinin altında iken, her üç hasat döneminde yalnız B1Y1 uygulaması genelde yaprakların bor konsantrasyonunu önemli düzeyde artırmış ve kritik sınır 30 mg kg^{-1} değerinin üstüne çıkarabilmiştir (Çizelge 3.5 ve Şekil 3.5).

Bor hareketsiz (immobil) bir element olarak tanımlanmakla ve bitkide ksilemin canlı olmayan hücrelerinde köklerden yeşil aksama doğru bitkinin transpirasyon oranına bağlı olarak yukarı doğru taşınmaktadır (Güneş vd. 2010). İlk ksilem taşınması bitkinin fazla besin maddesi ihtiyacı olmayan fakat transpirasyon oranı yüksek olan (yaşlı yapraklara) bölgelerine doğru gerçekleşir. Bitkinin transpirasyon ile buhar halinde su kaybedilmesi sürdükçe bor bitkide yukarı doğru taşınır ve bitkinin tepe organlarında birikir (Michael vd. 1969, Demirtaş 2004).

Doğu Karadeniz bölgesinde nem oranının da çok yüksek olması transpirasyon oranının iyice düşmesine neden olmakta ve bu durumda zaten toprakta yetersiz olan borun köklerden bitkinin en genç organlarına taşınması güçleşmektedir. Bu nedenle bor noksanlığı ilk olarak çay bitkisinin genç yapraklarında görülmektedir.

Nakabayashi’nin (1991) araştırmalarından ve “Standard Tables of Food Composition in Japan” verilerinden hazırlanarak oluşturulan “yeşil çay yaprağının inorganik element ve içerik tablosuna” göre çay bitkisi yapraklarındaki bor miktarını $20-30 \text{ mg kg}^{-1}$ dir (Chu 1997). Lin’e (1966) göre çay yaprağının yaşı arttıkça

bor kapsamı azalmaktadır. Hasello (1965) ise iki farklı çay bitkisi üzerinde yaptığı çalışmada çay bitkisi çeşidine bağlı olarak bitkinin farklı yapraklarında bor oranının da değiştiğini belirtmiştir. *St. Joachim* çay bitkisinde ana yaprağa kadar bor konsantrasyonunun arttığını, sonraki yapraklarda ise azaldığını belirtmiştir.

Taban vd. (2015), Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarımı yapılan alanlardan aldıkları 532 yaprak örneğinin %97,56'sında borun noksan düzeyde olduğunu ve bor konsantrasyonunun 1,12 ile 54,96 mg kg⁻¹ arasında değişerek ortalama 14,53 mg kg⁻¹ olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı çalışma kapsamında çay bitkisinin yaş yaprak verimi üzerine bor gübrelemesinin etkisini belirlemek amacıyla çay tarımı yapılan alanlardan seçilen 7 lokasyonda (Hopa, Arhavi, Fındıklı, Çayeli, Kalkandere, Of ve Eynesil) topraktan [B0 (kontrol), B1 (100 g B da⁻¹), B3 (300 g B da⁻¹) ve B5 (500 g B da⁻¹)] ve yapraktan [Y0 (kontrol) ve Y1 (300 mg B L⁻¹)] Etidot-67 (%20,8 B) formunda bor uygulaması yapmışlardır.

Araştırma neticesinde 7 lokasyonda da çay bitkisinin yaş yaprağı her iki yılda da ve 3 hasat döneminde de uygulanan bora bağlı olarak önemli miktarlarda artmıştır. Bu artış toprak + yaprak bor uygulamasında daha fazla olmuştur. Yedi lokasyon birlikte değerlendirildiğinde de her iki yılda ve 3 hasat döneminde de yaş yaprak veriminde en fazla B3Y1 uygulamasında elde edilmiştir. Araştırmada çay bitkisi yaprağının bor konsantrasyonu ise uygulanan bora bağlı olarak her üç hasat döneminde de sürekli artmıştır; ancak hasat dönemlerine bağlı olarak yaş yaprak bor konsantrasyonu sürekli azalmıştır. Çay bitkisinde en fazla bor konsantrasyonu birinci hasat döneminde elde edilen yaş çay yapraklarında belirlenmiştir. Of yöresindeki B3 ve B5 dozundaki bor uygulamaları hariç diğer yörelerde uygulanan bor çay bitkisi yaprağının bor konsantrasyonunu çay bitkisi için kritik sınır olan 30 kg B da⁻¹ değerinin üstüne çıkaramamıştır. Sadece yapraktan bor uygulaması çay bitkisinin bor konsantrasyonu üzerine olumlu etki yapmış ve toprak ve yaprak birlikte bor uygulamalarında elde edilen bor konsantrasyonu topraktan uygulanan bora oranla daha etkili bulunmuştur.

EK-11 Sonuç Raporu Formatı

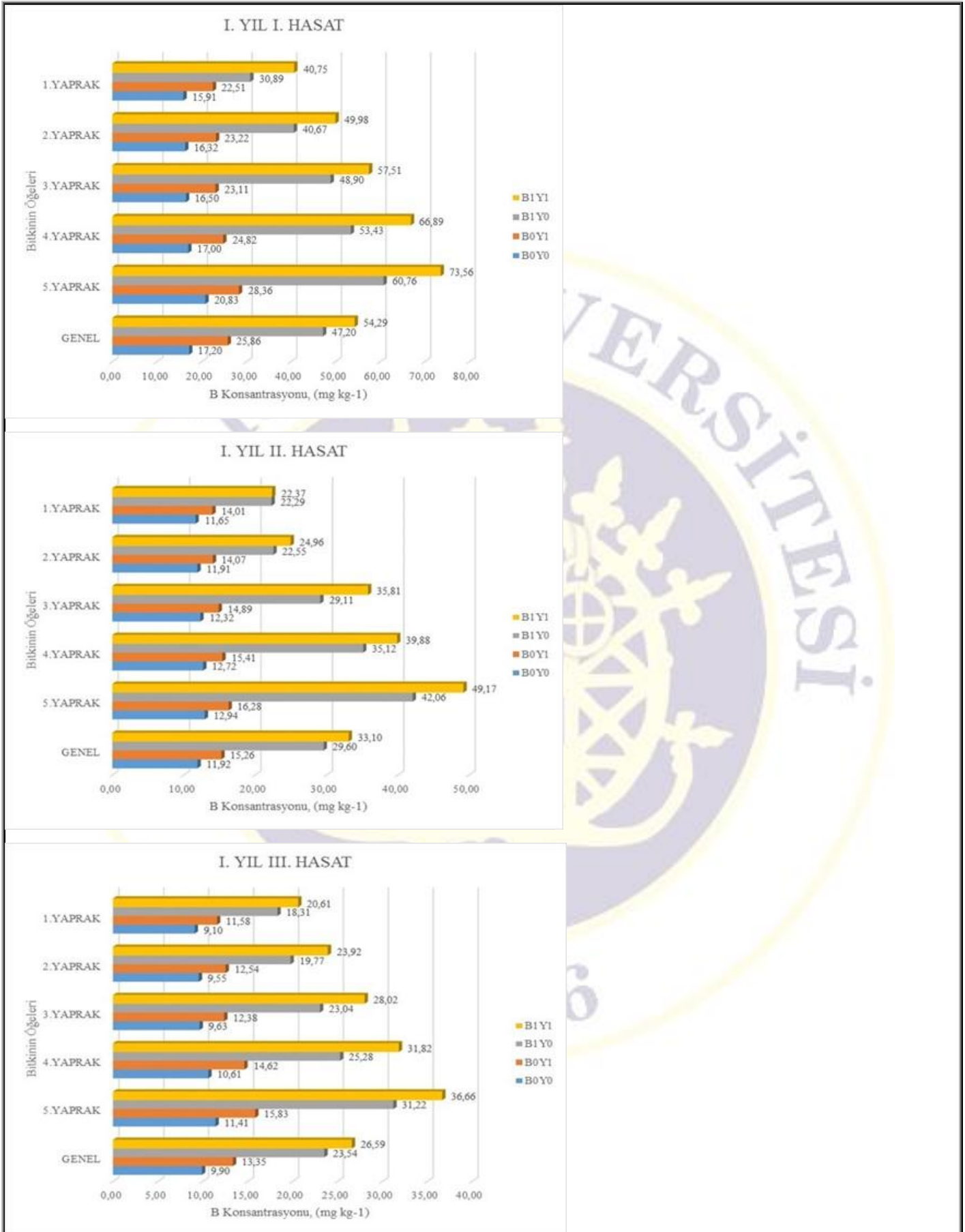
Çizelge 3.5 Birinci ve ikinci yılda I., II. ve III. hasat dönemlerinde bitki sürgününün ilk 5 yaprağındaki ve sürgün genelindeki Bor konsantrasyonu (mg kg^{-1}) ve yapraklarda bor dağılımı

I YIL																		
Uygulamalar	I Hasat						II Hasat						III. Hasat					
	1.Yaprak	2.Yaprak	3.Yaprak	4.Yaprak	5.Yaprak	Sürgün geneli	1.Yaprak	2.Yaprak	3.Yaprak	4.Yaprak	5.Yaprak	Sürgün geneli	1.Yaprak	2.Yaprak	3.Yaprak	4.Yaprak	5.Yaprak	Sürgün geneli
BOY0	15,91Aa	16,32Aa	16,50Aa	17,00Aa	20,83Ab	17,20Aa	11,65Aa	11,91Aab	12,32Aabc	12,72Abc	12,94Ac	11,92Aab	9,10Aa	9,55Aa	9,63Aab	10,61Abc	11,41Ac	9,90Aab
BOY1	22,51Ba	23,22Bab	23,11Bab	24,82Bab	28,36Bc	25,86Bbc	14,01Aa	14,07Aa	14,89Aab	15,41Aab	16,28Ab	15,26Aab	11,58Ba	12,54Bab	12,38Bab	14,62AcD	15,83Bd	13,35Bbc
BIY0	30,89Ca	40,67Cb	48,90Cc	53,49Cc	60,76Cd	47,20Cc	22,29Ba	22,55Ba	29,11Bb	35,12Bc	42,06Bd	29,60Bb	18,31Ca	19,77Cab	23,04Cb	25,28Bc	31,22Cd	23,54Cc
BIY1	40,75Da	49,98Db	57,51Dc	66,89Dd	73,56De	54,29Dbc	22,37Ba	24,96Bab	35,81Cc	39,88Bcd	49,17Bd	33,10Bbc	20,61Ca	23,92Dab	28,02Dc	31,82Cd	36,66De	26,59Cbc
Uygulama (U)	***						***						***					
Yaprak (Y)	***						***						***					
UX Y int	***						***						***					
II YIL																		
BOY0	10,25Aa	10,33Aa	11,75Ab	11,78Ab	13,80Ac	11,75Ab	9,63Aa	11,14Aab	11,20Aab	12,87AcD	13,12Ad	11,28Abc	9,02Aa	9,21Aa	9,56Aab	10,11Aab	11,73Ac	10,43Ab
BOY1	15,82Ba	17,18Ba	22,07Bbc	23,50Bc	27,04Bd	20,33Bb	13,41Ba	16,03Bab	18,77Bbc	24,54Bd	24,66Bd	19,99Bc	10,96Ba	13,18Bbc	12,75Ab	13,60Abc	17,94Bd	14,21Bc
BIY0	20,37Ca	21,06Cab	25,07CBbc	28,90Cd	30,63Bd	25,96Cc	16,02Ba	18,22Ca	22,19Bb	26,46Bc	30,97Cd	23,56Bbc	12,15Ca	17,16CBb	21,48Bc	23,97Bcd	27,15Cd	22,52Cc
BIY1	19,57Ca	23,37Cab	27,30Cb	38,25Dd	41,04Cd	30,16Cc	20,46Ca	25,23Db	28,43Cb	35,26Cc	43,51Dd	33,08Cc	14,00Da	15,12Ca	21,31Bb	28,64Cb	35,36Dd	23,44Cb
Uygulama (U)	***						***						***					
Yaprak (Y)	***						***						***					
UX Y int	***						***						***					

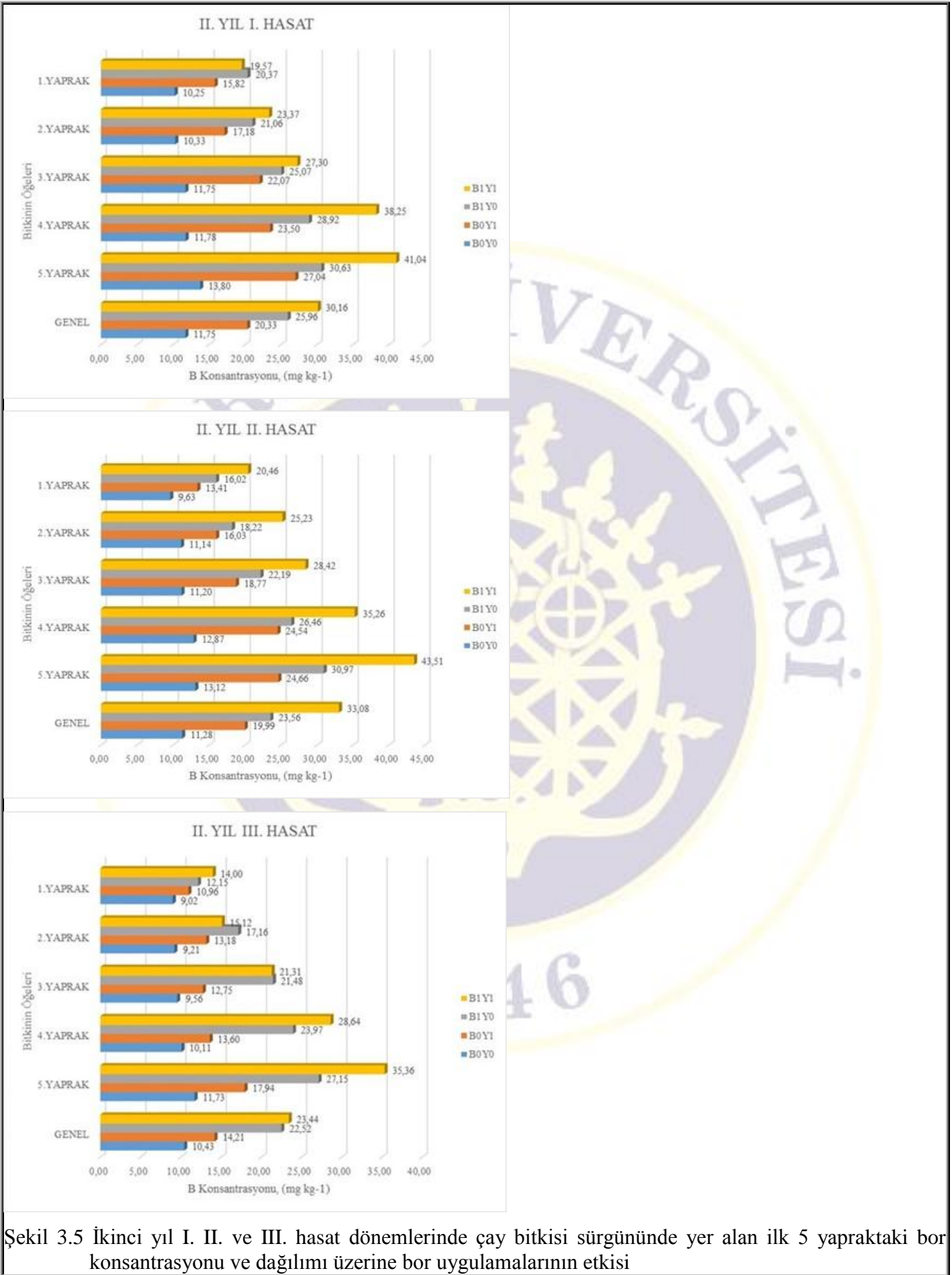
*** $p < 0,001$

Aynı sütun ve satırda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark önemli değildir. Küçük harfler satır, büyük harfler sütun (Duncan testi, %5)

1946



Şekil 3.4 Birinci yıl I. II. ve III. hasat dönemlerinde çay bitkisi sürgününde yer alan ilk 5 yapraktaki bor konsantrasyonu ve dağılımı üzerine bor uygulamalarının etkisi



Şekil 3.5 İkinci yıl I. II. ve III. hasat dönemlerinde çay bitkisi sürgününde yer alan ilk 5 yapraktaki bor konsantrasyonu ve dağılımı üzerine bor uygulamalarının etkisi

3.3.3 Çay bitkisinin hasada esas sürgünler ve hasat tablası altındaki yaprakların bor konsantrasyonlarının birlikte değerlendirilmesi

Yapılan araştırma sonucunda bitkinin hem hasada esas sürgünlerinde hem de hasat tablası altında kalan yapraklarda topraktan ve yapraktan birlikte B (B1Y1) uygulaması diğer uygulamalara göre daha bitki ögeleri üzerindeki bor konsantrasyonu üzerine daha etkili olmuştur. B1Y1 uygulaması sonucunda hasat tablası altındaki yaprakların B konsantrasyonu çay bitkisi için sınır değer kabul edilen 30 mg kg^{-1} 'in, çoğu hasat döneminde ise bitki için toksik düzey sınır değeri olan 50 mg kg^{-1} 'in üzerindedir. Bununla beraber her üç yıl ve üç hasat dönemi genel olarak değerlendirildiğinde B1Y1 uygulanan bitkilerin hasat tablası üstü bor konsantrasyon değerleri özellikle ilk iki yaprakta (1. ve 2. yapraklar) bitkinin sağlıklı gelişimi için gerekli olan sınır değerinin altında kalmıştır (Çizelge 3.6).

Benzer durum sadece topraktan uygulama (B1Y0) için de geçerlidir. B1Y0 uygulamasında bitkinin hasat tablası altında kalan kısmı genelde yeterli seviyede kimi zaman toksik seviyede olmasına rağmen sürgün uçlarındaki B konsantrasyonu genelde ilk dört yaprakta (1.,2.,3.,4. yapraklar) noksan düzeydedir. Sadece yapraktan uygulamada (B0Y1) hasat tablası altındaki yaşlı yaprakların B konsantrasyonu her iki yıl ve her üç hasat döneminde de sınır değerinin üzerindedir. Genç yapraklar ise 3 hasat döneminde sınır değerinin üzerinde 3 hasat döneminde ise bu değerinin altında kalmıştır. B0Y1 uygulamasında hasat tablası üstündeki yaprakların tamamı istenen sınır değerinin altındadır (Çizelge 3.6). Kontrol grubunda (B0Y0) ise hem hasat tablası altı hem de hasat tablası üstü çay bitkisi için belirlenen sınır değerinin altındadır (Çizelge 3.6).

Bu durum bize köklerle alınan borun bitkinin hasat tablası altında kalan yapraklarında biriktiğini ve bitkinin ihtiyacı olan bölgelere kadar çıkamadığını göstermektedir. Bor takviyesi yapılmayan yapraklarda ise (B0Y0) hem hasat tablası hem de hasada esas sürgünlerde bor noksanlığı görülmektedir. Topraktan ve yapraktan birlikte bor uygulaması (B1Y1) ve sadece topraktan uygulama (B1Y1) bu durumu kısmen çözmüş ama ilk birkaç yaprak için yeterli olamamıştır. Sadece yapraktan uygulama ise bitkideki bor konsantrasyonunu arttırmış fakat yeterli sınır seviyeye ulaştıramamıştır.

Çizelge 3.6 Çay bitkisinin öğelerindeki bor konsantrasyonları mg kg⁻¹

ÖĞELER	Bitki Öğelerindeki Bor Konsantrasyonları mg kg ⁻¹											
	I. YIL											
	I. HASAT				II. HASAT				III. HASAT			
	B0Y0	B0Y1	B1Y0	B1Y1	B0Y0	B0Y1	B1Y0	B1Y1	B0Y0	B0Y1	B1Y0	B1Y1
1.Yaprak	15,91	22,51	30,89	40,75	11,65	14,01	22,29	22,37	9,10	11,58	18,31	20,61
2.Yaprak	16,32	23,22	40,67	49,98	11,91	14,07	22,55	24,96	9,55	12,54	19,77	23,92
3.Yaprak	16,50	23,11	48,90	57,51	12,32	14,89	29,11	35,81	9,63	12,38	23,04	28,02
4.Yaprak	17,00	24,82	53,43	66,89	12,72	15,41	35,12	39,88	10,61	14,62	25,28	31,82
5.Yaprak	20,83	28,36	60,76	73,56	12,94	16,28	42,06	49,17	11,41	15,83	31,22	36,66
Sürgün Genel	17,20	25,86	47,20	54,29	11,92	15,26	29,60	33,10	9,90	13,35	23,54	26,59
Genç	22,30	39,28	61,92	72,16	13,87	27,05	45,02	55,05	12,94	21,45	38,06	46,28
Yaşlı	24,36	40,63	75,58	87,63	17,42	32,00	64,85	68,10	15,18	30,51	50,08	49,94
Genel	23,45	40,55	63,86	79,64	15,19	30,27	56,36	60,72	14,11	24,86	45,31	47,25
II. YIL												
1.Yaprak	10,25	15,82	20,37	19,57	9,63	13,41	16,02	20,46	9,02	10,96	12,15	14,00
2.Yaprak	10,33	17,18	21,06	23,37	11,14	16,03	18,22	25,23	9,21	13,18	17,16	15,12
3.Yaprak	11,75	22,07	25,07	27,30	11,20	18,77	22,19	28,42	9,56	12,75	21,48	21,31
4.Yaprak	11,78	23,50	28,92	38,25	12,87	24,54	26,46	35,26	10,11	13,60	23,97	28,64
5.Yaprak	13,80	27,04	30,63	41,04	13,12	24,66	30,97	43,51	11,73	17,94	27,15	35,36
Sürgün Genel	11,75	20,33	25,96	30,16	11,28	19,99	23,56	33,08	10,43	14,21	22,52	23,44
Genç	14,69	41,05	41,38	52,28	13,57	31,47	34,10	54,10	11,84	17,98	32,12	37,69
Yaşlı	16,94	60,48	45,86	77,00	14,56	40,46	47,66	73,84	14,18	34,80	40,28	44,00
Genel	15,81	51,90	43,92	65,21	13,88	35,28	41,93	63,78	13,10	24,05	34,67	44,82

4. Sonuç ve Öneriler

Artvin'in Arhavi ilçesi Yemişli mahallesinde yürütülen 2 yıllık denemede B uygulamaları öncesinde toprakta ve çay bitkisinde B konsantrasyonu bitkinin sağlıklı gelişimini sağlayacak sınır değer (30 mg kg⁻¹) altında tespit edilmiştir. Bor uygulamaları sonucunda bitkinin hem hasat tablası altında kalan yapraklarında hem de hasada esas sürgünlerindeki B konsantrasyonu bununla birlikte bitkinin yaş yaprak verimi ve sürgün boyu da artmıştır; bor noksanlığı çeken çay bitkisi gübreleme sonucunda bora olumlu tepki vermiştir. Bu sonuçlar ışığında yapılacak toprak ve bitki analiz sonuçlarına göre borlu gübrenin gübreleme programına dahil edilmesi önerilmektedir.

Bor uygulamaları sonucunda topraktan ve yapraktan bor uygulamasının (B1Y1) diğer uygulamalara göre verim ve sürgün boyu üzerine daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Deneme alanında çay bitkisinden elde edilen verim ve bitkinin sürgün boyu ikinci hasatta artmış ve üçüncü hasatta azalmış, hatta değerler birinci hasattan bile daha düşük olmuştur.

Yürütülen bu araştırma sonucunda topraktan ve yapraktan birlikte B uygulamasının (B1Y1) diğer uygulamalara göre bor konsantrasyonu üzerine daha etkili olmuştur. B1Y1 ve B1Y0 uygulamaların sonucunda hasat tablası altındaki yaprakların B konsantrasyonunun artması hatta çoğu hasat döneminde toksik düzeye ulaşmasına rağmen hasada esas sürgünlerin uç yapraklarının B konsantrasyonlarının bitkinin sağlıklı gelişimi için gerekli olan sınır değer altında kaldığı tespit edilmiştir. Tek başına yapraktan gübreleme ise (B0Y0) bitki yapraklarını istenilen bor seviyesine çıkarmak için yeterli gelmemiştir.

Uygulanan borun çay bitkisinin hasat tablası altında kalan ögelerinde birikmesi ve hasat tablası üstündeki ögelere çıkamaması, çay bitkisinin yeşil ya da siyah çaya işlenecek olan hasada esas sürgünlerinin sağlıklı gelişimi için istenilen bor konsantrasyonunun eksik kalması ve hasat tablası altındaki yapraklarında toksisite görülmesine neden olmaktadır. Bitkiye uygun bor dozlarını belirlemek için yapraktan ve topraktan bor gübresi uygulamalarının bitkinin farklı ögelerine ne dozda ve sıklıkta verilmesi gerektiğine dair araştırmaların artırılması gerekmektedir.

Doğu Karadeniz Bölgesindeki çay üretimi yapılan alanların tohumdan üretim nedeniyle homojenliğini kaybetmesi neticesinde bazen bir çaylıkta çay bitkisinin birçok türü ve alt türüne rastlamak mümkün olmaktadır. Bu durumda araştırmacıların yapacakları tarla denemelerinde deneme alanını denemenin amacına uygun olarak ve çaylığın homojenliğine dikkat ederek seçmesi önerilmektedir.

5. Geleceğe İlişkin Öngörülen Katkılar

Yapılan araştırmanın gelecekte Doğu Karadeniz bölgesinde çaylıklarda borlu gübreleme konusunda çalışacak olan araştırmacılara deneme alanının kurulması ve çalışmanın yürütülmesi konularında ışık tutacağı düşünülmektedir. Ayrıca yürütülen çalışmadan borlu gübrelemenin yaş yaprak verimi ve sürgün boyu üzerine; ayrıca bitkideki bor konsantrasyonu üzerine olumlu etkisinin görülmesi neticesinde gübreleme programına dahil edilmesi tavsiye edilmektedir. Zaman içerisinde bu tip çalışmaların artması, benzer sonuçların elde edilmesi ve uygun borlu gübre doz, aralık ve uygulama şekillerinin netleştirilmesi durumunda borlu gübrelerin çiftçinin gübreleme programına alınmasının hem üreticiye hem de ülke ekonomisine gözle görülür katkıda bulunacağı öngörülmektedir.

6. Sağlanan Altyapı Olanaklarının Varsa Bilim/Hizmet ve Eğitim Alanlarındaki Katkıları

Bu proje Meriç Balcı'nın Doktora Tezi olarak hazırlanmıştır. Doktora Tez çalışması kabul edildikten sonra hazırlanan bilimsel makalenin yayımlanması ve tezin YÖK tez merkezi tarafından diğer araştırmacıların erişimine sunulması sonucu bilim ve eğitim alanına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

6. Kaynaklar

- Aktaş, M., 1994. Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yay. No:1351, Ders kitabı No:895, S: 36-44
- Allison, L.E. and C.D. Moodie. 1965. Carbonate. In : C.A. Black et al (ed.) Methods of Soil Analysis, Part 2. Agronomy 9:1379-1400. Am. Soc. Of Agron., Inc., Madison, Wisconsin, U.S.A.
- Anonymous, 1951. Soil Survey Manual, Handbook No:18, U.S.D.A.
- Anonim. 1990. Micronutrient, Assessment at the Country Level: An International Study. FAO Soil Bulletin by Sillanpaa. Rome.
- Anonim. 2011. Çay haber: Çay kanunu mutlaka çıkmalı. Web sitesi: <http://www.cayhaber.net/haber/akman-cay-kanunu-mutlaka-cikmali-12820> Erişim tarihi: 14.12.2016
- Anonim. 2015. Çay sektörü Raporu, ÇAYKUR. 35
- Anonymous. 2015. World tea production and trade; current and future development. Food And Agriculture Organization of The United Nations, pp 5-7, Rome, 2015
- Barua, D.N. and K.N. Dutta, 1972. Trace Elements For Tea. Two and a Bud 19 (2) : 63-65.
- Bingham, F.T. 1982. Boron. pp. 431-447. In: Methods of Soil Analysis. Page, A. L., Miller, R.H., and Keeney, D. R. (eds), Part 2. Madison.
- Boss, C., B. Fredeen., K. J. 2004 Concepts, Instrumentation and Techniques in Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry. Perkin Elmer Life and Analytical Sciences, 710 Bridgeport Ave. Shelton, CT 06484-4794 USA
- Bouyoucos, G.J. 1951 A Recalibration of the Hydrometer for Marking Mechanical Analysis of Soil, Agron, J., 43; 433-437
- Bray, R.H., and Kurtz, L.T. 1945. Determination of total. organic and available forms of phosphorus in soils. Soil Science. 59;39-45.
- Bremner, J.M., 1965 Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties, ed: Black, C.A. Amer. Soc. of Agron. Inc. Pub. Agron, Series No: 9. Pp: 1021-1060
- Chan, E.W.C., Soh, E.Y., Tie, P.P, and Law, Y.P. 2011. Antioxidant and antibacterial properties of green, black, and herbal teas of *Camellia sinensis*. Pharmacognosy Res: 3(4): 266-272.
- Chu, D.C. and Junea, L.R. 1997. General chemical composition of green tea. In: Chemistry and applications of green tea. 13-22. CRC Press, LLC. USA
- Demirtaş, A. 2004. Bitkide bor ve etkileri. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 36 (2), 217-225, 2005 ISSN : 1300-9036
- Goenka, P., Sarawgi, A. Karun, V., Nigam, A.G., Dutta, S., and Marwah, N. 2013. *Camellia sinensis* (Tea): Implications and role in preventing dental decay Pharmacogn Rev.: 7(14): 152-156

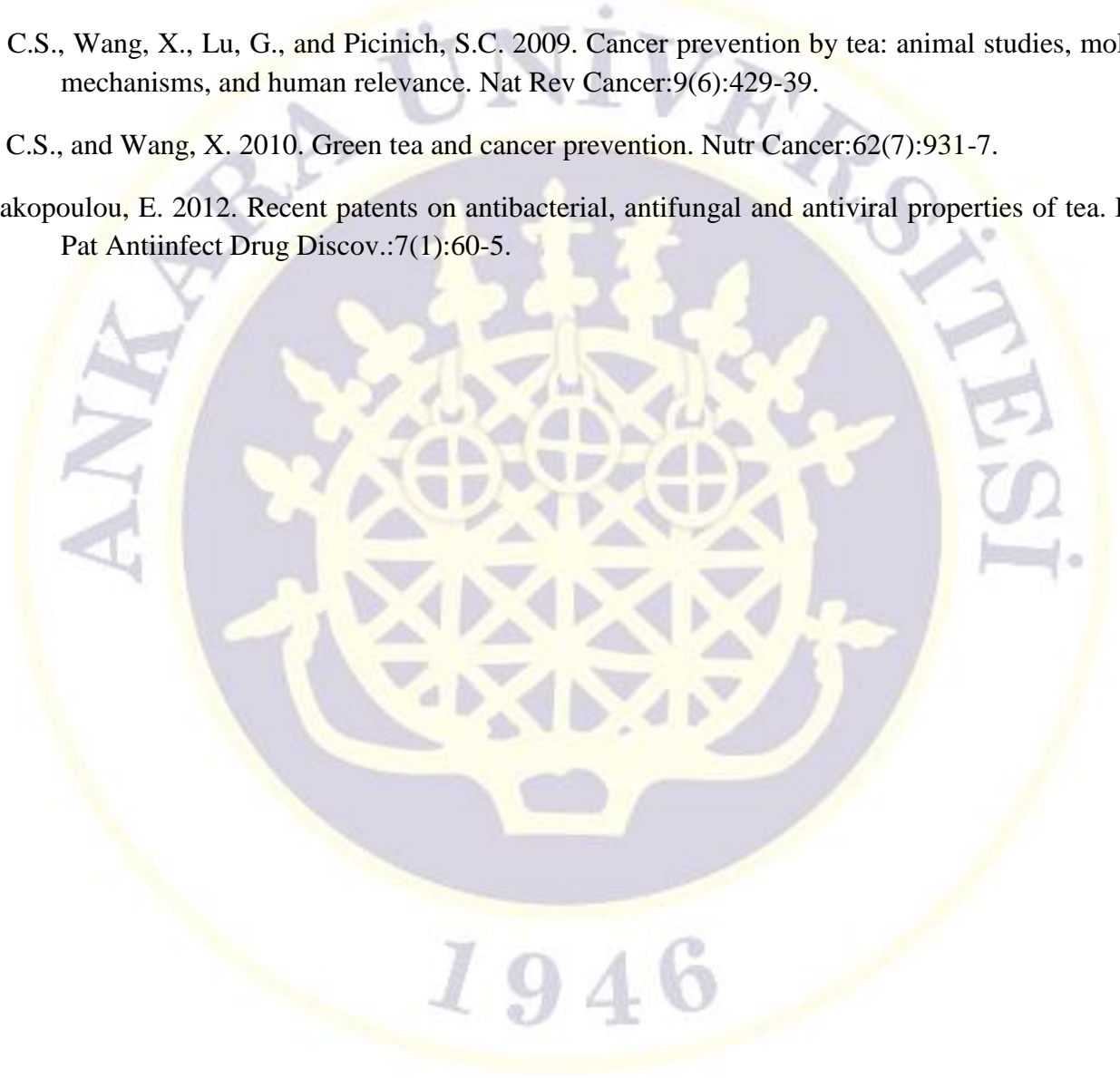
- Goldberg, S., Suarez D.L., and Shouse P.J. 2010. Influence of Soil Solution Salinity on Boron Adsorption By Soils, Vol. 173, No. 6, 368-374, USA
- Grewelling, T., Peech, M. 1960. Chemical Soil Tests, Cornell. Univ. Agr. Expt. Sta. Bull. 960
- Gu, B., and Lowe, L.E. 1990. Studies on the adsorption of boron on humic acids. Can. J. Soil Sci., 70:305-311.
- Gupta, U.C. 1968. Relationship of total ve hot-water soluble boron ve fixation of added boron, to properties of Podzol soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 32:45-48.
- Gupta, U.C. 1993. Boron and its role in crop production. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
- Güneş, A., Alpaslan, M. ve İnal, A. 2010. Bitki Besleme ve Gübreleme. 5. baskı. A.Ü. Ziraat Fakültesi, Yayın No: 1581 Ders Kitabı 533, Sayfa: 576
- Hasselo, H.N. 1965. The nitrogen, potassium, phosphorus, calcium, magnesium, sodium, manganese, iron, copper, boron, zinc, molybdenum and aluminum contents of tea leaves of increasing age. Tea Quart. 36(3): 122-136
- Horuz, A. Ve Korkmaz, A. 2006. Farklı sürgün dönemlerinde hasat edilen çayın verimi, azot içeriği ve mineral madde kompozisyonu. OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 21 (1): 49-64
- Hozawa, A., Kuriyama, S., Nakaya, N., Ohmori-Matsuda, K., Kakizaki, M., Sone, T., Nagai, M., Sugawara, Y., Nitta, A., Tomata, Y., Niu, K., and Tsuji, I. 2009. Green tea consumption is associated with lower psychological distress in a general population: the Ohsaki Cohort 2006 Study. Am J Clin Nutr 90(5):1390-6.
- Jackson, M.L. 1962. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall.Inc.Eng. Cliff, USA.
- Junea, L., Chu, D.C., Okuba, T., Nagato, Y. and Yokogoshi, H. 1999. L-Theanine a unique amino acid of green tea and its relaxation effects in humans. Trends in Food Science and Technology, Volume 10, Issues 6-7, pp 199-204
- Kacar, B., Prezmeck, E., Özgümüş, A., Turan, C., Katkat, A.V. ve Kayıkçıoğlu, İ. 1979. Türkiye’de çay tarımı yapılan toprakların ve çay bitkisinin mikroelement gereksinimleri üzerine bir araştırma. TÜBİTAK, TOAG-321. 1-67 Ankara
- Kacar, B. 2010. Çay. Nobel yayın dağıtım. 355, Ankara
- Khan, N., and Mukhtar, H. 2011. Cancer and metastasis: prevention and treatment by green tea Cancer Metastasis Rev.:29(3): 435–445.
- Kim, H.M. and Kim, J. 2013. The Effects of Green Tea on Obesity and Type 2 Diabetes Diabetes Metab J.: 37(3): 173–175.
- Korkmaz, A., C. Gülser, İ. Manga, C. Sancak, 1993. Samsun Yöresinde Yem Bitkilerinden Elde Edilen Otun Mineral İçeriğine ve Kalitesine Ekim Sistemi ve Biçim Zamanlarının Etkileri. Doğa -Tr. J. of Forestry (17), 1069-1080.
- Leung, L.K., Su, Y., Chen, R., Zhang, Z., Huang, Y., and Chen, Z. 2001. Theaflavins in Black Tea and

Catechins in Green Tea Are Equally Effective Antioxidants¹ The American Society for Nutritional Sciences Journal of Nutrition Web sitesi: <http://jn.nutrition.org/content/131/9/2248.full> Erişim Tarihi: 14.12.2016

- Lin, C.F. 1966. Plant testing III. Influence of leaf age. Journal of Agricultural Association of China. N.S. 54:48-52. Lindsay, W.L., and Norvell, W.A. 1978. Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. Soil Sci. Soc. Am. J., 42; 421-428.
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher plants, 2nd ed. Academic Press, New York. P. 379-396
- Michael, G., Wilberg, E., Kouhsiahai-Tork, K., 1969. Boron Deficiency Induced by High Air Humidity, Z. Pflanz. Bodenkunde, 122, 1-3.
- Naito, Y., and Yoshikawa, T. 2009. Green tea and heart health. J Cardiovasc Pharmacol.:54(5):385-90.
- Niu, K., Hozawa, A., Kuriyama, S., Ebihara, S., Guo, H., Nakaya, N., Ohmori-Matsuda K., Takahashi, H., Masamune, Y., Asada, M., Sasaki, S., Arai, H., Awata, S., Nagatomi, R., and Tsuji, I. 2009. Green tea consumption is associated with depressive symptoms in the elderly. Am J Clin Nutr: 1615-22.
- Nobre, A.C., Rao, A., and Owen, G.N. 2008. L-theanine, a natural constituent in tea, and its effect on mental state. Asia Pac J Clin Nutr Volume: 17 Suppl 1:167-8.
- Okello, E.J., Abadi, A.M., Abadi, S.A. 2016. Effects of green and black tea consumption on brain wave activities in healthy volunteers as measured by a simplified Electroencephalogram (EEG): A feasibility study. Nutr Neurosci:19(5):196-205
- Okubo, T., Ueda, T., Ozeki, M., Junea, L.R., Yokogoshi, H., and Matsumoto, S. 2001. L-Theanine- A unique amino acid of green tea and its physiological effects in humans. pp184-188
- Özyazıcı, M.A., Aydoğan, M., Bayraklı, B. ve Dengiz, O. 2012. Doğu karadeniz bölgesi kırmızı-sarı podzolik toprakların temel karakteristik özellikleri ve verimlilik durumu. Anadolu Tarım Bilim. Derg., 2013,28(1):24-32 Anadolu J Agr Sci, 2013,28(1):24-32
- Parks, W.L., and White, J.L. 1952. Boron retention by clay and humus systems saturated with various cations. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 16:298-300.
- Parr, A.J., and Loughman, B.C. 1983. Boron and membrane function in plants. P. 87-107. In: Metals and micronutrients: Uptake and utilization by plants Annu.Proc. Phtychem. Soc. Eur. No: 21. Academic Press. London.
- Pate, J.S. 1975. Exchange of solutes between phloem ve xylem and circulation in the whole plant. In Encyclopedia of Plant Physiology, new Series. Vol. 1, Transport in plants. I. Phloem Transport. Eds. M.H. Zimmerman ve J.A. Miburn, pp. 451-473, Springer-Verlag, New York.
- Pethiyagoda, U. and Krishnapillai, S. 1971. Studies on the mineral nutrition of tea, 3- Experimentally induced minor nutrient deficiency symptoms. Tea Quarterly 42: 19-29
- Pratt, P.F. 1965. Methods of soil analysis. Part II. Chemical and Microbiological properties. In.ed.C.A. Black. American Soc. of Agr.Inc.Pub. Agron Series. No;9. Madison. Wisconsin. USA.

- Reisenauer, H.M., Walsh, L.M. ve Hoeft, R.G. 1973. Testing soils for sulphur, boron, Molybdenum and chlorine in: L.M. Walsh and J.D. Beaton (Editors). Soil testing and plant analysis. Soil-sci.soc.ame.inc.madison
- Reygaert, W.C. 2014. The antimicrobial possibilities of green tea. *Front Microbiol*: 5: 434.
- Sakal, R, Sing, AP., 1995. Boron research and agricultural production. In micronutrient res. Agric. Prod. (Ed. Tondon, Hıs) p: 1-31. Fert Dev. And Cons. argo New Delhi. India.
- Sano, M., Suzuki, M., Miyase, T., Yoshino, K., and Maeda-Yamamoto, M. Novel antiallergic catechin derivatives isolated from Oolong tea. *J Agric Food Chem*:47(5):1906-10.
- Satoh, E., Tohyama, N., Nishimura, M. 2005. Comparison of the antioxidant activity of roasted tea with green, oolong, and black teas. *Int J Food Sci Nutr*: 56(8):551-9.
- Shelp, B.J., Shattuck, V.I., and Proctor, J.T.A. 1987. Boron nutrition and mobility and its relation to the elemental composition of greenhouse grown root crops. II. Radish. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, 18:203-219.
- Shelp, B.J., Shattuck, V.I., McLellan, D., and Liu, L. 1992. boron nutrition and composition of glucosinolates and soluble nitrogen compounds in two broccoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*) cultivars. *Can. Plant Sci.*, 72:889-899.
- Steptoe, A., Gibson, E.L., Vuononvirta, R., Williams, E.D., Hamer, M., Rycroft, J.A., Erusalimsky, J.D., and Wardle, J. 2007. The effects of tea on psychophysiological stress responsivity and post-stress recovery: a randomized double-blind trial. *Psychopharmacology (Berl)*: 190(1):81-9
- Taban, S. ve Erdal, İ. 2000. Bor Uygulamasının Değişik Buğday Çeşitlerinde Gelişme ve ToprakÜstü Aksamda Bor Dağılımı Üzerine Etkisi. *Tr. Journal of Agriculture and Forestry*, 24, 255-262.
- Taban, S., Turan, M.A., Soba, M.R., Taşkın, M.B., Balcı, M., Kabaoğlu, A., Özer, S.P., Kalcıoğlu, Z., Müezzinoğlu, N., 2015. Çay Tarımı Yapılan Toprakların Bor Durumu İle Çay Bitkisine Uygulanacak Bor Form Ve Dozlarının Belirlenmesi ve Bor Verim-Kalite İlişkisi. Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü (BOREN) Proje No: 2012.30.06.20.007.
- Taylor, P.W., Hamilton-Miller, J.M.T, and Stapleton, P.T. 2005. Antimicrobial properties of green tea catechins. *Food Sci Technol Bull*: 2: 71–81.
- Turan, M.A., **Taban, S.**, Balcı, M., Özer, S.P., Taşkın, M.B., Soba, M.R., Kaya, E.C., Doğu Karadeniz Bölgesinde Çay Tarımı Yapılan Toprakların ve Çay Bitkisinin Bor Durumları. *Proceeding of International Symposium on Boron in Agriculture*, pp 29-30. International Symposium on Boron in Agriculture, 16-18 November 2016, Ankara. <http://agrobor.boren.gov.tr>
- Tüzüner, A. 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı, T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Unno, K., Hara, A., Nakagawa, A., Iguchi, K., Ohshio, M., Morita, A., and Nakamura, Y. 2016, Anti-stress effects of drinking green tea with lowered caffeine and enriched theanine, epigallocatechin and arginine on psychosocial stress induced adrenal hypertrophy in mice. *Phytomedicine*: 23(12):1365-1374.

- Urs F., A. Fischer, 1994. Nitrogen Metabolism in Senescing Leaves. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 13 (3):241-273
- Ülgen, N. ve N. Yurtsever, 1974. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Teknik Yayın No:28, Ankara.
- Vanka, A., and Vanka, S. 2012. White tea: A contributor to oral health *Dent Res J (Isfahan)*: 9(4): 504.
- Wolfram, S. 2007. Effects of green tea and EGCG on cardiovascular and metabolic health. *J Am Coll Nutr*.:26(4):373S-388S.
- Yang, C.S., Wang, X., Lu, G., and Picinich, S.C. 2009. Cancer prevention by tea: animal studies, molecular mechanisms, and human relevance. *Nat Rev Cancer*:9(6):429-39.
- Yang, C.S., and Wang, X. 2010. Green tea and cancer prevention. *Nutr Cancer*.:62(7):931-7.
- Yiannakopoulou, E. 2012. Recent patents on antibacterial, antifungal and antiviral properties of tea. *Recent Pat Antiinfect Drug Discov*.:7(1):60-5.



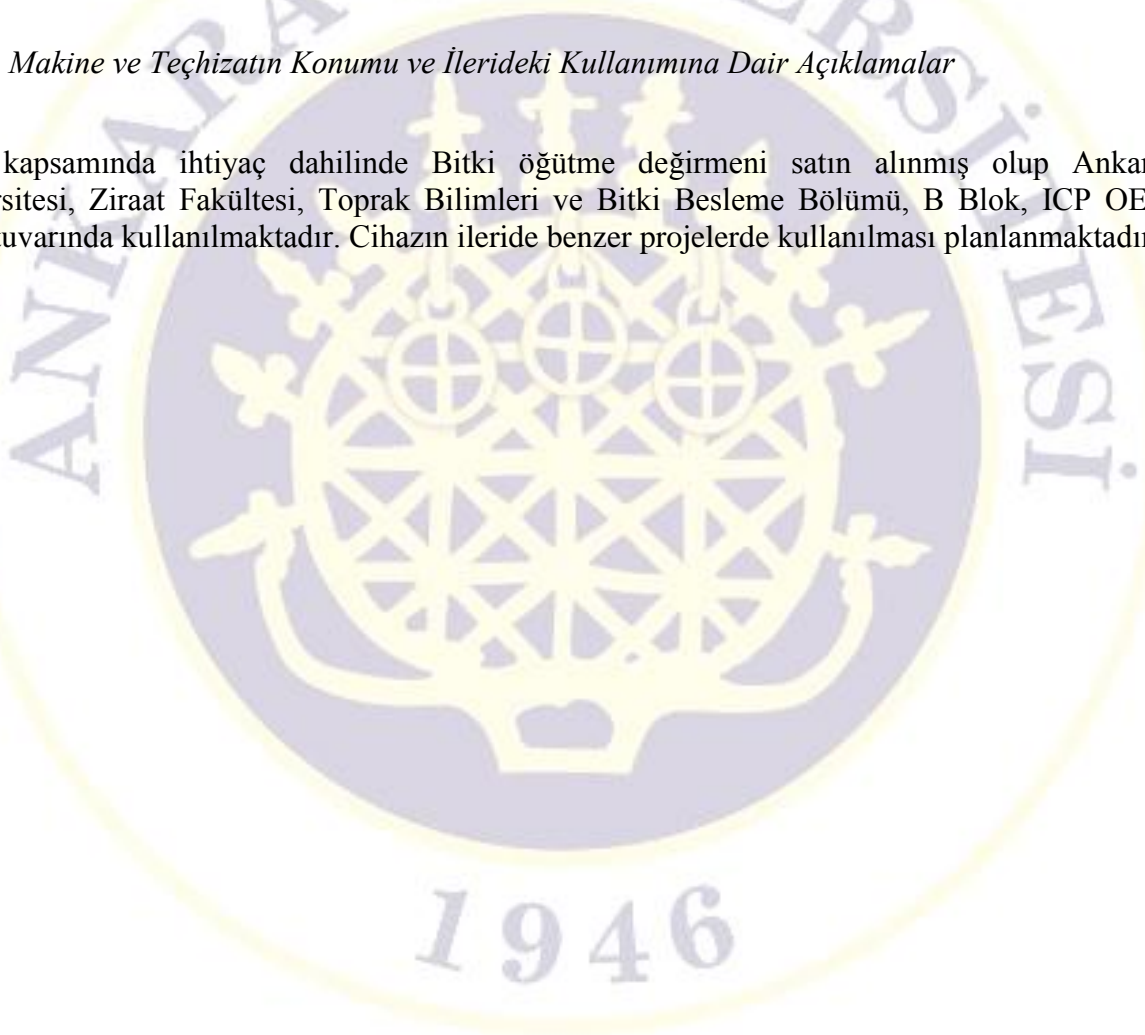
7. Ekler**a. Mali Bilanço ve Açıklamaları**

Yürütülen çalışma için Bilimsel Araştırmalar Projeleri Koordinatörlüğü'nün sağladığı ödenek 19.000□ tutarında olup bu tutarın 17287,63□'si proje giderleri için kullanılmıştır.

Projede BAP tarafından sağlanan ödenek (□)	19.000,00
Proje giderleri için kullanılan miktar (□)	17.287,63
Kalan miktar (□)	1.712,37

b. Makine ve Teçhizatın Konumu ve İlerideki Kullanımına Dair Açıklamalar

Proje kapsamında ihtiyaç dahilinde Bitki öğütme değirmeni satın alınmış olup Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimleri ve Bitki Besleme Bölümü, B Blok, ICP OES laboratuvarında kullanılmaktadır. Cihazın ileride benzer projelerde kullanılması planlanmaktadır.



c. Teknik ve Bilimsel Ayrıntılar

EK 1 Deneme alanı toprak örneğinde belirlenen mineral elementlerin yeterlilik sınır değerleri

Elementler	Sınır Değeri (mg kg ⁻¹)	Değerlendirme	Referans
B	<0,50	Çok az	Bingham (1985)
	0,50-0,99	Az	
	1-2,49	Yeterli	
	2,50-4,99	Fazla	
	>5	Çok fazla	
Fe	<2,50	Noksan	Lindsay ve Norvell (1978)
	2,50-4,50	Noksanlık görülebilir	
	> 4,50	İyi	
Cu	<0,20	Yetersiz	
	>0,20	Yeterli	
Zn	<0,20	Çok az	
	0,20-0,70	Az	
	0,70-2,40	Yeterli	
	> 2,40	Fazla	
Mn	<0,20	Çok az	
	0,20-0,70	Az	
	0,70-5	Yeterli	
	> 5	Fazla	
P	<6	Çok az	Bray ve Kurtz (1945)
	6-14	Orta	
	14-26	İyi	
	26-38	Yüksek	
	>38	Çok yüksek	
K	<50	Çok az	FAO, 1990
	50-100	Az	
	100-300	Orta	
	300-1000	İyi	
	>1000	Fazla	
Ca	<380	Çok az	
	380-1150	Az	
	1150-3500	Yeterli	
	3500-10000	Fazla	
	>10000	Çok fazla	
Mg	<50	Çok az	
	50-160	Az	
	160-480	Yeterli	
	480-1500	Fazla	
	>1500	Çok fazla	

EK 2 Çay bitkisi yaprak örneklerinde belirlenen mikro ve makro element konsantrasyonları için yeterlilik sınır değerleri Değerleri (Reuters ve Robinson, 1997, CSIRO Publications).

Mikro elementler	Sınır değeri,	Değerlendirme
B, mg kg ⁻¹	< 30	Az
	30-50	Yeterli
	>50	Fazla

EK 3 Sürgün boyu ölçüm atlası

d. Sunumlar (bildiriler ve teknik raporlar)

Balcı, M., Taban, S., 2016. Bor Uygulamasının Çay Bitkisinde Bor Dağılımı ve Yaş Yaprak Verimi Üzerine Etkileri. Proceeding of International Symposium on Boron in Agriculture, pp 81-82. **International Symposium on Boron in Agriculture, 16-18 November 2016, Ankara.**

<http://agrobor.boren.gov.tr>

e. Yayınlar (hakemli bilimsel dergiler) ve tezler

Bu proje Meriç Balcı'nın Doktora Tezi olarak hazırlanmıştır. Doktora Tez çalışması kabul edildikten sonra bilimsel makale hazırlanarak yayımlanacaktır.

NOT: Verilen sonuç raporu bir (1) nüsha olarak ciltsiz şekilde verilecek, sonuç raporu Komisyon onayından sonra ciltlenerek bir kopyasının yer aldığı CD ile birlikte sunulacaktır. Sonuç raporunda proje sonuçlarını içeren, ISI' nın SCI veya SSCI veya AHCI dizinleri kapsamında ve diğer uluslararası dizinlerce taranan hakemli dergilerde yayımlanmış makaleler, III. Materyal ve Yöntem ve IV. Analiz ve Bulgular bölümleri yerine kabul edilir.