

Araştırma Makalesi
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2018, 55 (2):203-210

DOI: 10.20289/zfdergi.408886

Zeynep DUMANOĞLU¹
Hakan GEREN²

Farklı Azot ve Fosfor Seviyelerinin Horozibiği (*Amaranthus mantegazzianus*)'nde Tane Verimi ve Bazı Verim Özelliklerine Etkisi Üzerine Bir Ön Araştırma

¹ Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, 35100, İzmir / Türkiye

² Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 35100, İzmir / Türkiye

sorumlu yazar: zeyno0191@gmail.com

A Preliminary Study on the Effect of Different N and P Levels on the Grain Yield and Some Yield Characteristics of Amaranth (*Amaranthus mantegazzianus*)

Alınış (Received): 21.08.2017

Kabul tarihi (Accepted): 06.02.2018

Anahtar Sözcükler:

Horozibiği, azot ve fosfor seviyeleri, tane verimi

Key Words:

Amaranth, N and P levels, grain yield

ÖZET

Farklı azot ve fosfor seviyelerinin horozibiği verimliliği üzerindeki etkisini değerlendirmek için "Don Juan" isimli horozibiği genotipinde, beş azot (0, 5, 10, 15, 20 kg/da) ve üç fosfor (0, 5, 10 kg/da) seviyesinin araştırıldığı bir sakı denemesi dış ortamda yürütülmüştür. Çalışmada bitki boyu, hasat indeksi, tane verimi, tane ham protein oranı ve 1000 tane ağırlığı gibi özellikler incelenmiştir. Sonuçlar, kontrol uygulamasına göre artan N ve P seviyelerinin verim ve verim unsurlarını olumlu yönde etkilediğini ve en yüksek tane veriminin dekara 10 kg P ve 15 kg N uygulamasından alındığını göstermiştir.

ABSTRACT

To evaluate the influence of different N and P levels on the productivity of amaranth, a pot experiment under outdoor condition was conducted on a amaranth genotype (cv. Don Juan) with five nitrogen (0, 50, 100, 150, 200 kg-ha⁻¹) and three phosphor levels (0, 50, 100 kg-ha⁻¹). Some traits tested in the experiment were plant height, harvest index and grain yield, crude protein content and weight of thousand grain. Results indicated that increasing N and P levels positively affected above mentioned traits compared to the control, and the highest grain yield for amaranth obtained from 100 kg P and 150 kg N application per hectare.

GİRİŞ

Dünya nüfusunun artması, küresel ısınma, tarım alanlarının azalması, insanların değişen gıda tercihleri ve bunun gibi pek çok neden, araştırmacıları canlı ve cansız baskı unsurları altında yetiştirilecek ürün arayışına yönlendirmektedir (Pimentel ve ark., 2008). Ayrıca seçilecek bu ürünün birden fazla amaca hizmet etmesi de (insan gıdası, hayvan yemi, vb.) beklenmektedir. Bu tip özelliğe sahip bitkilerden biri de son zamanlarda ülkemizde "Amarant" adıyla da anılan "Horozibiği" dir.

Buğday, arpa, mısır veya pirinç gibi "gerçek tahıl" grubunda yer almayan fakat kinoa (*Chenopodium quinoa*), İspanyol adaçayı=chia (*Salvia hispanica*) ve karabuğday (*Fagopyrum esculentum*) gibi "yalancı tahıl" grubunda değerlendirilen horozibiği (*Amaranthus sp.*), Horozibiğigiller (*Amaranthaceae*) familyasının bir

üyesidir. Dünya üzerinde 800'den fazla alt türü olduğu ve çoğu yabani ot olarak (Kalaç ve Moudr, 2000; Caselato-Sousa ve Amaya-Farfan, 2012) bilinen horozibiğinin bazı türleri, yüksek besin içerikleri nedeniyle insan gıdası ve hayvan yemi olarak kullanılmakta, pek çoğu da cazibeli çiçek salkımları ve renkleri nedeniyle süs bitkisi (Mlakar ve ark., 2009; Venskutonis ve Kraujalis, 2013) olarak değerlendirilmektedir.

Botanik adı olan *Amaranthus*, uzun süre çiçekli kaldığından "solmayan" anlamına gelen, Yunanca'daki "amarantos (Αμάραντος)" kelimesinden türevlenmiştir. Horozibiği, Meksika ve Şili bölgelerinde İncal, Aztec ve Mayalar döneminde Kiwicha, Huautli ve Alégria gibi isimleriyle bilindiği ve yapılan araştırmalar sırasında MÖ 2000'li yıllara ait mezarlarda dahi bu bitkiye rastlandığı belirtilmiştir. Ayrıca çeşitli dini törenlerde,

tanrı heykellerinin kaplanmasında pigment olarak ve vergilerin ödenmesinden para birimi olarak kullanılması kadar pek çok alanda kıymetli kabul edilerek değerlendirilmiştir (Pospišil ve ark., 2006; Amicarelli ve Camaggio, 2012).

Horozibiği kısa ömürlü bir bitki olmasının yanında insanların tüketimine bağlı genel olarak tahıl ve sebze diye ayrılabilen 60 civarında türden oluşmaktadır (Pisařiková ve ark., 2006; Mlakar ve ark., 2010; Venskutonis ve Kraujalis, 2013). Özellikle Aztec, Maya ve İnka uygarlıklarının başlıca besin kaynaklarından biri olmasına karşın bu kültürlerin çöküşünün ardından zamanla özelliğini de kaybetmiştir (Schoenlechner ve ark., 2008; Alvarez-Jubete ve ark., 2010b). Dünyanın diğer bölgelerine nasıl yayıldığına dair kesin bilgiler olmaması ve anavatanında insan beslenmesinde yeterli öneme ulaşamamasına karşın, yüzyıllardır Avrupa'da süs bitkisi olarak, Afrika'da sebze ve Asya'da mısır gibi tüketilmektedir (Borneo ve Aguirre, 2008).

Horozibiği yaşam süresi açısından yıllık, fizyolojik olarak C4, dikotilodon bir yapıda olup gövdesi 3 metreye ulaşabilmektedir. Çiçekleri çok küçük, gruplaşmış bir biçimde ve bitkinin tür özelliklerine bağlı olarak sarı, yeşil, kırmızı veya mor renkli olabilmektedir. Tohumları da siyah, beyaz, sarı veya kırmızı renklindedir. Tohumlarının bin tane ağırlığı 0.6 g ile 1.2 g arasında değişebilmektedir (Teutonico ve Knorr, 1985; Amicarelli ve Camaggio, 2012).

Görsel anlamda ilginç çiçek salkımları ve renkli çiçekleri barındırması, ayrıca yapılan ıslah çalışmaları sonucunda bitki boyunun kısaltılabilmesi, horozibiğini peyzaj çalışmaları açısından da vazgeçilemez bitki konumuna sevk etmektedir. Zira bitkinin sıcaklık ve kuraklığa dayanım gücü yüksektir (Dönmez, 2009).

Horozibiğinin taze yaprakları sebze olarak tüketildiği gibi soslarda veya kurutulup öğütüldükten sonra baharat olarak da kullanılabilir. Örneğin; 100 gram taze ıspanak yaprağı 90-99 mg kalsiyum, 28-51 mg C vitamini, 2.7-3.1 mg demir ve 2.9-3.2 g protein içerir; aynı miktarda horozibiği yaprağını 215-260 mg kalsiyum, 43-55 mg C vitamini, 2.3-3.2 mg demir ve 2.5-3.5 g protein içerdiği belirlenmiştir (Uusikua ve ark., 2010).

Horozibiği tanelerinin besleyicilik yönünden zengin olması nedeniyle buğday ve mısır gibi tahılların önüne geçmektedir (Çizelge 1) (Caselato-Sousa ve Amaya-Farfan, 2012; Barba de la Rosa ve ark., 2009). Ayrıca klasik tahıllardan yüksek protein içeriği ve gluten içermemesi nedeniyle alternatif gıda kaynaklarından biri olarak da gösterilmektedir (Alvarez-Jubete ve ark., 2010a). Özellikle Çölyak (*Celiac*) rahatsızlığına sahip kişilerin (*gluten enteropatisi*) tıpkı kinoa'da (*Chenopodium quinoa*) olduğu gibi (Dumanoğlu ve Geren, 2016) rahatlıkla tüketilebileceği bir besin kaynağını simgelemektedir.

Çizelge 1. Horozibiği ve bazı tahıl tanelerinin kimyasal içerikleri (100 g kuru madde)

Table 1. Chemical composition of some cereal and amaranth grain (100 g DM)

	Horozibiği	Mısır	Buğday
Enerji (kcal)	365-370	390-410	370-390
Ham protein (g)	11-18	10	14
Ham lif (g)	6.5-9	3-4	2-3
Kalsiyum (mg)	160-212	5-7	33-35
Demir (mg)	7-15	2-3	2.5-3.3
C Vitamini (mg)	4-7	-	-

Horozibiği iklim değişikliklerinden fazla etkilenmemesi, farklı toprak tiplerinde başarıyla yetişebilmesi, hastalık ve zararlılara karşı dayanımı gibi özellikleri nedeniyle dünyanın pek çok bölgesinde tarımı yapılan bir bitkidir (Das, 2016). Avrupa'da en fazla Avusturya, Çek ve Slovak Cumhuriyetleri, Macaristan, Almanya, Polonya, İspanya ve İtalya'da ilgi görmektedir (Valcárcel-Yamani ve ark., 2012). Türkiye'ye son birkaç yıl içinde giriş yapan horozibiği, Latin Amerika bölgesinin doğal bir bitkisi olup, geleneksel tahıl üretimiyle karşılaştırıldığında daha düşük girdili ve hastalıklara karşı daha dayanıklı bir bitkiyi (Venskutonis ve Kraujalis, 2013) temsil etmektedir. Bu nedenle bitkinin üretim teknikleri hakkında bilgi sahibi olabilmek sadece Türkiye için değil, yetiştirilebileceği olası diğer ülkeler için de büyük bir önem taşımaktadır.

Bilindiği gibi, tarımsal açıdan bitkilerin birim alandan elde edilen verimlerini yükseltmenin en etkili ve temel yollarında birisi, gübre ihtiyaçlarını optimum bir dozda ve zamanda karşılamaktan geçmektedir. Elbehri ve ark. (1993) tarafından 1990 yılında Minesota'nın üç farklı ekolojik koşulunda (St.Paul, Rosemount, Lambertson) yürütülen bir denemede, farklı azot seviyelerinin (0-4.5-9-13.5-18 kg N/da) altı değişik horozibiği genotipi [Amont, K266, K283 (*Amaranthus cruentus*); Plainsman, K432, D136 (*A.hypochondriacus*)] üzerindeki etkileri incelenmiştir. Artan azot seviyelerinin bitki boyu, tane ham protein içeriği ve tane verimi üzerine önemli etkilerinin bulunduğunu bildiren araştırmacılar, bin tane ağırlığı ve hasat indeksinin ise N dozlarından etkilenmediğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, artan N seviyelerinin genotiplere göre değişmekle birlikte bitkilerde yatmaya neden olduğunu da eklemişlerdir. Diğer yandan Saini ve Shekhar (1998) *Amaranthus hypochondriacus* üzerinde farklı azot seviyelerini inceledikleri çalışmalarında, 9 kg N/da uygulamasına kadar artan verim ve verim bileşenlerinin, bu seviyenin üzerindeki artışlardan olumsuz etkilendiğini bildirmişlerdir.

Ülkemizde Samsun ekolojik koşullarında horozibiği bitkisiyle ilk çalışmaları yürüten Acar (1996) ile Genç ve Acar (1999), Tataristan kökenli iki yemlik horozibiği genotipini [D-337 (beyaz tohumlu) (*Amaranthus*

mantegazzianus) ve D-338 (siyah tohumlu) (*A.cruentus*) kullanmışlardır. Beş farklı azot seviyesini (0-3-6-9-12 kg/da) inceleyen araştırmacılar; D-338 genotipinin tohum verimi, 1000 tane ağırlığı ve ham protein açısından D-337'den daha üstün olduğunu ifade etmişlerdir. Uygulanan N seviyelerinin tohum verimi üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını belirten araştırmacı Acar (1996), diğer çalışmalarında aynı N seviyelerinde (0-3-6-9-12 kg/da) artışa bağlı olarak bitkilerin boy, yaprak sayısı ve sap kalınlıklarında da artışlar kaydedildiğini bildirmişlerdir (Genç ve Acar, 1999).

Myers (1998) tarafından 1991-1992 yıllarında Orta Missouri koşullarında yürütülen çalışmada, üç farklı horozibiği genotipine [K266 (*Amaranthus cruentus*), Plainsman (*A.hypochondriacus*) ve D136 (*A.hybridus* × *A.hypochondriacus* ile *A.hypochondriacus* × *A.caudatus* melezi)] dekara 0-4.5-9-13.5 ve 18 kg N verilmiştir. Artan azot dozlarının her üç genotipin bitki boyu ve tohum verimi üzerine önemli etkisinin bulunduğunu belirten araştırmacı, bin tane ağırlığına N dozlarının önemli etkisinin olmadığını vurgulamışlardır. Araştırmacı, en yüksek tane veriminin D136 isimli melez genotipten sağlandığını da ifade etmiştir.

Akanbi ve Togun (2002) tarafından 1997-1998 yıllarında Ibadan-Nijerya koşullarında yürütülen bir tarla denemesinde, *Amaranthus cruentus* bitkisi, mısır sömeği kompostu (0-150-300-450 kg/da) ve N seviyesi (0-3-6 kg N/da) altında yetiştirilmiştir. 0 kg/da kompost uygulaması altında artan azot seviyesinin bitki boyu, yaprak sayısı ve tek bitki kuru ağırlığını da yükselttiğini bildiren araştırmacılar, en yüksek performansın dekara 300 kg mısır sömeği kompostu ve 3 kg N uygulamasından alındığını da eklemiştir.

Erley ve ark. (2005) tarafından 1994-1995 yıllarında Güney Almanya koşullarında yürütülen bir çalışmada, iki değişik horozibiği genotipi [K343 ve K432, *Amaranthus hypochondriacus* × *hybridus*], 0 (kontrol), 8 ve 12 kg/da azot seviyesi altında yetiştirilmiştir. Kontrol grubunda ortalama 199 kg/da olan tane veriminin, 8 ve 12 kg N/da uygulaması karşısında sırasıyla 248 kg ve 277 kg/da'a yükseldiğini ancak, bu iki doz arasında önemli fark olmadığını bildirmişlerdir. Hasat indeksi üzerine de (ortalama %22) azot seviyelerinin önemli etkisinin bulunmadığını bildiren araştırmacılar, artan N seviyesinin azot kullanım etkinliğini azalttığı ancak yatmaya neden olmadığını da ifade etmişlerdir.

Pospışil ve ark. (2006) tarafından 2002-2004 yıllarında Zagreb ekolojik koşullarında yürütülen bir çalışmada, iki farklı horozibiği genotipine [G6 (*Amaranthus cruentus*); 1008 (*A.hypochondriacus*)] dekara 0 (kontrol), 5 ve 10 kg azot uygulanmıştır. Artan N seviyelerinin bitki boyu, tane ham protein oranı ve kuru madde oranı üzerinde önemli etkisinin olmadığını bildiren araştırmacılar, genotipler arasında önemli fark

olduğunu belirtmişlerdir. İkinci yıl tane verimi ve bin tane ağırlığı üzerinde N seviyelerinin önemli etkisinin olduğunu fakat dekara 5 kg ile 10 kg azot seviyesi arasında istatistiki açıdan önemli bir bulunmadığını da ifade etmişlerdir. Bu çalışma; kontrollü şartlar altında yetiştirilen horozibiği bitkisinde, farklı azot ve fosfor seviyelerinin tane verimi ve bazı verim unsurları üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma, 2016 yılı Mayıs-Ekim ayları arasında, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Bornova deneme alanları üzerinde, dış ortam saksı denemesi şeklinde yürütülmüştür. Denemede, Arjantin'den temin edilen "Don Juan" isimli beyaz tohumlu horozibiği (*Amarantus mantegazzianus*) çeşidi kullanılmıştır. Araştırma yerinin bazı iklim özellikleri Çizelge 2'de sunulmuştur. Çalışmada kullanılan toprak, İzmir'in Bayındır ilçesinden temin edilerek, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Laboratuvarları'nda fiziksel ve kimyasal analize tabi tutulmuş (Çizelge 3) ve faydalı N, P, K bakımından fakir, Ca açısından normal düzeyde olduğu saptanmış, diğer toprak özellikleri ve iklim bakımından horozibiği bitkisinin yetişmesini kısıtlayıcı bir unsurun bulunmadığı tespit edilmiştir.

Araştırmada iki faktör incelenmiş olup, bunlar; a) beş azot (N0:0 kg/da, N5:5 kg/da, N10:10 kg/da, N15:15 kg/da, N20:20 kg/da) ve b) üç fosfor (P0:0 kg/da, P5:5 kg/da ve P10:10 kg/da) seviyesidir. İki faktörlü tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak yürütülen çalışmada toplam 60 saksı kullanılmıştır. 3 mm'lik elekten geçirilen çalışma toprağı, 17 kg toprak alacak şekilde plastik saksılara doldurulmuştur.

Çizelge 2. Araştırma yerinin bazı iklim özellikleri

Table 2. Some meteorological characteristics of experimental area

Aylar	Hava Sıcaklığı (°C)		Yağış (mm)		Oransal nem (%)	
	2016	UYO	2016	UYO	2016	UYO
Mayıs	20.7	21.0	38.6	25.4	55.0	59.6
Haziran	27.5	26.0	2.8	7.5	47.9	52.9
Temmuz	29.3	28.3	-	2.1	44.5	51.2
Ağustos	28.9	27.9	0.2	1.7	51.0	53.9
Eylül	24.7	23.9	8.8	19.9	50.1	58.0
Ekim	19.4	19.1	0.5	43.2	57.7	64.0

UYO : Uzun Yıllar Ortalaması

Çizelge 3. Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 3. Some physical and chemical characteristics of experimental soil

Özellikler	Özellikler	Özellikler	Özellikler
Kum (%)	80.2	Eriyebilir Toplam Tuz (%)	0.03
Kil (%)	1.8	Organik Madde (%)	1.17
Mil (%)	18.0	Toplam N (%)	0.04
Bünye	tınlı kum	Faydalı P (ppm)	1.12
pH	5.83	Faydalı K (ppm)	85.6
Kireç (%)	0.82	Faydalı Ca (ppm)	1569

27 Mayıs 2016 tarihinde tohum ekimleri yapılmıştır. Ekimden önce her saksıya hesaplanan N (üre formunda) seviyesinin yarısı ile P (triple süper fosfat gübresi şeklinde) seviyesinin tamamı ve ayrıca tüm saksılara (N0 ve P0 hariç) dekara 10 kg hesabıyla K (potasyum sülfat) uygulanmıştır. Çıktıları garanti altına almak amacıyla her saksıya 10 adet tohum ekilmiş, çıkışlar tamamlanıp, bitkiler 15-20 cm boylandığında (21.06.2016) her saksıda iki adet bitki bırakılmış, diğerleri dikkatli bir şekilde ortamdaki uzaklaştırılmıştır. Bu işlemden sonra N seviyesinin kalan yarısı da (amonyum nitrat formunda) saksılara uygulanmıştır. Dış ortamdaki saksıların üst kısmı yağışlı havalarda şeffaf naylonla örtülmüş ve yağışın olası etkilerinden korunmuştur.

Saksıların nem içeriği 2-3 günde bir dijital nemölçerle izlenmiş, saksılardaki su miktarı tarla kapasitesinin yarısının altına düştüğünde, çeşme suyuyla sulanarak tarla kapasitesine getirilmiştir. Bir başka ifadeyle, bitkilere su stresi uygulanmamıştır. Saksı içinde çıkan yabancı otlar elle temizlenmiştir. Çalışmamızda, bitkiler üzerinde herhangi bir hastalık görülmemiştir. Ancak bazı bitkilerde kırmızı örümceğe (*Tetranychus sp.*) rastlandığından (27.07.2016), bu zararlıyla mücadele için 10 gün arayla iki kez insektisit (2.2-dichloroethenyl dimethyl phosphate) uygulaması yapılmıştır. Saksıdaki bitkiler bir metre civarında boylandığında devrilmelerini önlemek için saksı merkezine dikilen bir tahta çubuğa bağlanmıştır. Ayrıca bitkilerdeki çiçek salkımları döllenme işleminden sonra olası tane kaybını engellemek adına, tanelerin geçemeyeceği fakat havalanmanın engellenmediği gözenek aralığına sahip tülde yapılmış keselerle izole edilmiştir.

Saksıdaki bitkiler tamamen kuruduğu, bir başka ifadeyle, bitkinin çiçek salkımı elle ovuşturulduğunda tanelerin avuç içine döküldüğü zamanda (Ekim ayı sonu) hasat işlemlerine başlanmıştır. Biçilen bitkiler gölge bir ortamda bir hafta süreyle kurumaya bırakılmış ve ardından elle harmanlanarak taneler elde edilmiştir.

Çalışmada şu özellikler incelenmiştir: Bitki boyu (cm); toprak seviyesinden ana salkımın en uç noktasına kadar olan mesafe ölçülmüştür. Biyolojik verimi (g/bitki); hasat aşamasındaki kuru bitki toprak seviyesinden kesilmiş ve ağırlığı kaydedilmiştir. Hasat indeksi (%); bitki başına düşen tane ağırlığının, biyolojik verime bölünmesiyle belirlenmiştir. Tane verimi (g/bitki); tek bitkiden elde edilen taneler harmanlanıp temizlendikten sonra hassas teraziyile tartılmıştır (tane nemi ~%13). Bin tane ağırlığı (g); yüz tohum içeren dört grubun ortalama ağırlığı belirlenmiş ve sonuç on ile çarpılmıştır. Tane ham protein oranı (%); bitkiden alınan tohumlar değirmende un haline getirildikten sonra söz konusu örneklerle Kjeldahl yönteminin uygulanmasıyla N içerikleri saptanmış, N oranının 6.25 katsayısı ile çarpılması sonucunda ham protein oranları hesaplanmıştır.

Çalışmadan elde edilen veriler iki faktörlü tesadüf parselleri deneme desenine uygun olarak varyans analizine tabi tutulmuş ve istatistiksel olarak (LSD, %1) değerlendirilmiştir (Yurtsever, 1984).

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bitki boyu: İstatistik analiz sonuçları, uygulanan azot ve fosfor seviyelerinin horozibiğinde bitki boyu üzerine önemli etkilerinin olduğunu fakat PxN interaksyonunun önemsiz olduğunu ortaya çıkarmıştır (Çizelge 4). Çalışmamızda bitki boyları 89.6 cm ile 128.1 cm arasında değişmiştir. N seviyesi ortalaması bakımından en yüksek bitki boyu 115.2 cm ile N20 uygulamasında belirlenirken onu istatistiki olarak aynı grupta yer alan N15 (112.2 cm) uygulaması izlemiş, en düşük bitki boyu ise 96.2 cm ile N0 yani kontrol uygulamasından elde edilmiştir. P uygulamalarına göre, en yüksek bitki boyu 115.6 cm ile P10, en düşük bitki boyu ise 102.7 cm ile P0 yani kontrol uygulamasında kaydedilmiştir.

Bitki boyuna ilişkin bulgularımız genel olarak değerlendirildiğinde, horozibiğine uygulanan P ve N seviyesi arttıkça boyların da yükseldiği saptanmıştır. Ancak N20 ile N15 seviyeleri arasında fark bulunmamıştır. Bitkilere uygulanan N seviyeleri yükseldikçe, vejetatif aksamın yani bitki boyunun arttığını, buna karşılık aşırı N dozlarının bitkilerde fitotoksik etkilere yol açtığı birçok çalışmada bildirilmiştir (Elbehri ve ark., 1993; Myers, 1998; Akanbi ve Togun, 2002). Örneğin, Orta Missouri koşullarında üç farklı horozibiği genotipine (K266, Plainsman, D136) dekara 0-4.5-9-13.5 ve 18 kg N uygulayan Myers (1998), artan azot dozlarının bitki boyu üzerine önemli etkisinin bulunduğunu belirtmiştir. 0 kg N/da seviyesinde ortalama 140 cm olan bitki boyunun 13.5 kg N/da uygulamasında 170 cm, 18 kg N/da uygulamasında ise 174 cm'ye ulaştığına dikkat çekmiştir. Nairobi-Kenya koşullarında *Amaranthus hybridus*a dekara 0, 2, 4 ve 6 kg P₂O₅ uygulayan Meyo (2004), artan P dozlarında bitki boylarının da yükseldiğini ancak 4 kg ile 6 kg P seviyeleri arasında önemli fark olmadığını bildirmiştir. Ibadan-Nijerya ekolojik koşullarında *Amaranthus cruentus*a dekara 0, 5 ve 10 kg fosfor uygulayan Olofintoye ve ark. (2011), P dozlarının horozibiği bitki boyları üzerinde önemli etkisinin olduğunu, 0 kg P uygulamasında ortalama 114 cm bitki boyunun, 5 kg P uygulamasında 118 cm, 10 kg P uygulamasında ise 134 cm'ye yükseldiğini bildirmişlerdir. Bulgularımız artan N ve P seviyesi karşısında bitkisi boylarının da yükseldiğini bildiren pek çok araştırmacının sonuçlarıyla uyum içerisindedir.

Çizelge 4. Farklı azot ve fosfor seviyelerinin horozibiğinde verim ve bazı verim unsurlarına etkisi**Table 4.** Effect of different nitrogen and phosphorus levels on the yield and some yield characteristics of amaranth

	P0	P5	P10	Ort.	P0	P5	P10	Ort.
	Bitki boyu (cm)				Biyolojik verim (g/bitki)			
N0	89.6	95.3	103.8	96.2	36.4	58.1	58.5	51.0
N5	93.5	103.5	107.0	101.3	40.6	59.7	62.6	54.3
N10	98.0	104.3	114.1	105.4	41.6	61.2	70.6	57.8
N15	102.6	108.6	125.3	112.2	55.8	63.0	86.7	68.5
N20	102.7	114.8	128.1	115.2	56.5	72.9	86.6	72.0
Ort.	102.7	105.3	115.6	106.1	46.2	63.0	73.0	60.7
LSD (%1)	P:6.94 N:8.97 PxN: ÖD CV(%): 7.68				P:4.18 N:5.40 PxN:9.35 CV(%):8.08			
	1000 tane ağırlığı (mg)				Tane ham protein içeriği (%)			
N0	577	580	554	570	10.6	11.7	13.5	11.9
N5	567	581	626	591	10.7	12.4	15.4	12.8
N10	562	636	632	610	10.9	12.5	16.9	13.4
N15	573	667	701	647	11.5	12.7	17.4	13.8
N20	647	686	712	682	11.5	13.4	17.5	14.1
Ort.	585	630	645	620	11.0	12.5	16.1	13.2
LSD (%1)	P:2.7 N:3.5 PxN:6.0 CV(%):5.12				P:0.40 N:0.52 PxN:0.90 CV(%):3.57			
	Hasat indeksi (%)				Tane verimi (g/bitki)			
N0	5.7	6.4	8.5	6.9	2.1	3.7	5.0	3.6
N5	6.2	6.6	8.8	7.2	2.5	3.9	5.5	3.9
N10	6.3	7.1	9.1	7.5	2.6	4.3	6.4	4.4
N15	4.6	7.5	8.5	6.9	2.6	4.7	7.4	4.9
N20	4.7	7.6	7.5	6.6	2.6	5.6	6.5	4.9
Ort.	5.5	7.0	8.5	7.0	2.5	4.4	6.0	4.3
LSD (%1)	P:0.88 N:ÖD PxN: ÖD CV(%):14.87				P:0.41 N:0.48 PxN:0.81 CV(%):11.03			

ÖD: önemli değil (not significant), CV: varyasyon katsayısı (coefficient of variation)

Biyolojik verim: Analiz sonuçları, PxN interaksiyonunun önemli olduğunu ortaya koymuştur (Çizelge 4). Çalışmamızda bitki başına en yüksek biyolojik verim 86.6 g ile P10-N15 kombinasyonundan elde edilirken, onu istatistiki olarak aynı grupta yer alan P10-N20 (86.6 g) kombinasyonu izlemiştir. Bitki başına en düşük biyolojik verim ise 36.4 g ile P0-N0 kombinasyonundan elde edilmiş olup, onu istatistiki olarak aynı grupta yer alan P0-N5 (40.6 g) ve P0-N10 (41.6 g) kombinasyonları izlemiştir.

Bilindiği gibi, bitkilerin verim potansiyelinin ortaya çıkarılmasında incelenmesi gereken başlıca özelliklerden biri olan biyolojik verim, bitkinin kök hariç topraküstü kuru aksamını simgelemektedir. Çalışmamızın bitki başına biyolojik verimine ait bulgularımız genel olarak değerlendirildiğinde, horozibiğine uygulanan fosfor ve azot seviyesi yükseldikçe biyolojik verimlerin de arttığı belirlenmiştir. Ancak P10 seviyesi altında N15 ve N20 seviyeleri arasında fark bulunmadığı anlaşılmış, diğer taraftan toprağa verilen her P seviyesi biyolojik verimi olumlu yönde geliştirmiştir. Nairobi koşullarında *A.hybridus*'a dekara 0, 2.5, 5 ve 7.5 kg N ile 0, 2, 4 ve 6 kg P uygulayan Meyo (2004), yükselen N ve P seviyelerinin toplam kuru ağırlığı da arttırdığını ifade etmiştir. Dekara 5 kg N ile 7.5 kg N uygulaması arasında önemli fark olmadığını bildiren araştırmacı, 0 kg P/da'dan 4 kg P/da uygulamasına kadar artan toplam kuru verimin 6 kg P/da uygulamasında azaldığını bildirmiştir. Ibadan

ekolojik koşullarında *A.cruentus*'a dekara 0, 5 ve 10 kg P uygulayan Olofintoye ve ark. (2011), fosfor dozlarının horozibiği biyolojik verimi üzerinde önemli etkisinin olduğunu, 0 kg P uygulamasında metre karede ortalama 4.95 kg olan biyolojik verimin, 5 kg P uygulamasında 5.1 kg, 10 kg P uygulamasında ise 5.4 kg'a yükseldiğini bildirmişlerdir. Aynı araştırmacı gurubunun diğer bir çalışmasında (Olofintoye ve ark., 2015), farklı horozibiği genotiplerine (TE81/28 ve CEN 18/97) değişik N seviyesi (0-2.5-5-7.5-10 kg N/da organik gübre ve 10 kg N/da inorganik gübre) uygulanmış ve artan N seviyesinin biyolojik verimi önemli ve olumlu düzeyde etkilediği saptanmıştır. Araştırmacılar biyolojik verim üzerinde yıl etkisinin azot seviyesinden daha yüksek olduğunu da vurgulamışlardır. Biyolojik verime ilişkin bulgularımızın, yukarıdaki araştırmacıların sonuçlarıyla uyumlu olduğu görülmüştür.

1000 tane ağırlığı: Uygulanan istatistiki analiz sonuçları, bin tane ağırlığının PxN interaksiyonu etkisi altında bulunduğunu göstermiştir (Çizelge 4). En yüksek bin tane ağırlığı 712 mg ile P10-N20 kombinasyonunda belirlenirken, onu istatistiki olarak aynı grupta yer alan P10-N15 (701 mg), P5-N20 (686 mg) ve P5-N15 (667 mg) kombinasyonları takip etmiştir. Rakamsal olarak en düşük bin tane ağırlığı ise 562 mg ile P0-N10 kombinasyonunda kaydedilmiştir. Bulgularımız genel olarak değerlendirildiğinde, horozibiği bitkisine uygulanan fosfor ve azot seviyeleri yükseldikçe tanelerin

irileğtiği, bir başka ifadeyle bin tane ağırlıklarının arttığı sđylenilmektedir. Ancak bitkinin sahip olduğu tanelerin çok k boyutlarda olduğu ve bin tane ağırlıklarının bir gramın bile altında kaldığı da gđrlmřtr. Bu ek olarak, P15 ile P10 ve N20 ile N15 seviyeleri arasında bir fark bulunmadığı da izlenmiştir. Bazı araştırıcılar (Teutonico ve Knorr, 1985; Olaniyi ve ark., 2008), *Amaranthaceae* familyasındaki bitkilerin tohum boyutlarının (ap, ağırlık) az sayıda gen tarafından kontrol edilmesi nedeniyle çevresel koşullardan etkilenmediğini; gübreleme, sulama, vb. tarımsal işlemlerin tane verimi üzerinde önemli etkisinin bulunduğunu bildirmişlerdir. Örneđin, Myers (1998), artan azot dozlarının (0-4.5-9-13.5-18 kg N/da) bin tane ağırlığı üzerine önemli etkisinin bulunmadığını, bin tane ağırlığının 724-752 mg arasında değiştiğini bildirmiştir. Zagreb koşullarında *Amaranthus cruentus* ve *A.hypochondriacus* bitkilerine dekara 0, 5 ve 10 kg N uygulayan Pospišil ve ark. (2006), birinci ve nc yıl artan N seviyelerinin bin tane ağırlığı üzerinde önemli etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Fakat araştırıcılar ikinci yıl kontrol (0 kg/da N) uygulamasında 730 mg olan bin tane ağırlığının, 5 ve 10 kg/da N verildiğinde sırasıyla 747 ve 750 mg'a yükseldiğini, ancak bu iki doz arasında fark olmadığını ifade etmişlerdir. Genç ve Acar (1999), horozibiği genotiplerine uyguladığı azot seviyelerinin (0-3-6-9-12 kg/da) bin tane ağırlığı ve çimlenme glerine bir etkisinin bulunmadığını vurgulamışlardır.

Tane ham protein (HP) içeriği: Yapılan istatistik analizler, horozibiği tanesinin HP içeriği zerine PxN interaksiyonunun önemli etkisinin olduğunu gđstermiřtir (izelge 4). Bu bağlamda en yüksek HP içeriği %17.5 ile P10-N20 kombinasyonunda kaydedilirken onu istatistiki olarak aynı yer alan P10-N15 (%17.4) ve P10-N10 (%16.9) uygulamaları izlemiştir. Rakamsal olarak en düşük HP içeriğine ise %10.4 ile P0-N0 kombinasyonunda ulaşılmıştır. Bulgularımız genel olarak değerlendirildiğinde, horozibiği bitkisine uygulanan azot ve fosfor seviyesi yükseldikçe tanedeki HP içeriğinin de arttığı sđylenebilir, ancak N20 ile N15 seviyeleri arasında istatistiki anlamda fark olmadığı da saptanmıştır.

Amaranthus hybridus'a dekara 0-2.5-5-7.5 kg N ile 0-2-4-6 kg P uygulayan Meyo (2004), artan N veya P seviyelerinin sekiz haftalık bitkilerin kuru yaprak HP içerikleri üzerinde önemli etkilere sahip olmadığını, değerlerin %29.6 ile %32.2 arasında değiştiğini bildirmiştir. Buna karşılık *A.mategazzianus* ve *A.cruentus* bitkilerine 0-3-6-9-12 kg N/da uygulayan Genç ve Acar (1999), artan N seviyelerinin kuru otun HP içeriğini yükselttiğini ifade etmişlerdir. *A.cruentus* ve *A.hypochondriacus* bitkilerine dekara 0, 5 ve 10 kg N uygulayan Pospišil ve ark. (2006), her iki bitkide artan N

seviyelerinin tane HP içeriğine önemli etkisinin olmadığını, değerlerin %16.2 ile %16.9 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. İki farklı horozibiği genotipine 0-1.5-3-4.5-6 kg/da N uygulayan Olaniyi ve ark. (2008), N seviyelerinin tane HP kapsamı üzerinde önemli etkisinin bulunduğunu, 0 kg N/da (kontrol) %14.3 olan tane HP içeriğinin diğer seviyeler için sırasıyla %16.5-%16.8-%18.4-%16.5 olarak saptandığını bildirmişlerdir. Artan N seviyelerinin horozibiği yapraklardaki HP içeriğine (ortalama %24) etkisinin önemli olmadığını belirten araştırıcılar, tane HP içeriğinin yapraktan daha düşük düzeyde olduğunu da eklemişlerdir. Abbasi ve ark. (2012), *A.hypochondriacus* bitkisinde farklı azot seviyelerinin (12-18-24 kg N/da) iki farklı hasat zamanı altındaki yaprak HP içeriğini inceledikleri çalışmalarında, N dozlarının hasat zamanına bağlı olarak HP oranını önemli düzeyde etkilediğini belirtmişlerdir. Tane HP içeriğine ilişkin bulgularımızın, yukarıdaki araştırıcıların saptamalarıyla uyum içerisinde olduğu izlenmektedir.

Hasat indeksi (HI): İstatistiki analiz sonuçları, horozibiği bitkisinin hasat indeksi üzerine sadece fosfor seviyesinin önemli etkisinin olduğunu, azot seviyesi ile PxN interaksiyonunun önemli olmadığını gđstermiřtir (izelge 4). Bu açıdan en yüksek hasat indeksi ortalaması %8.5 ile P10, en düşük değer ise %5.5 ile P0 yani kontrol uygulamasında sağlanmıştır. Çalışmamızda artan fosfor seviyelerinin hasat indeksini yükselttiği saptanırken, azot seviyeleri arasında istatistiki bir fark belirlenmemiş ve ortalaması %7.0 olarak kaydedilmiştir. Bilindiği gibi tarımsal çalışmalarda hasat indeksi önemli bir seçim ölçütüdür. Nitekim Bertero ve ark. (2004) ve Geren ve Gre (2017), tane veriminin biyolojik verime oranı olarak elde edilmesi nedeniyle HI'nin farklı evre koşullarından tane verimine göre daha az etkilenebileceğini, bu nedenle HI'nin önemli bir seçim ölçütü olarak kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

A.cruentus bitkisine uygulanan fosfor seviyesi arttığıca (0-5-10 kg P/da) hasat indeksinin yükseldiğini (sırasıyla %2.87, %3.25 ve %3.54) bildiren Olofintoye ve ark. (2011), diğer bir çalışmalarında ise (Olofintoye ve ark., 2015), artan azot seviyesinin (0-2.5-5-7.5-10 kg N/da) HI'yi yine yükselttiğini (sırasıyla %3.6, %5.2, %7.9, %9.5, %11.0) ifade etmişlerdir. Erley ve ark. (2005) *Amaranthus hypochondriacus*×*hybridus* bitkisinde (0, 8 ve 12 kg N/da), Ejjeji ve Adeniran (2010) ise *A.cruentus* bitkisinde artan N dozlarının (4.5-6.7-9 kg N/da) hasat indeksi üzerine önemli etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda, 10 kg P/da seviyesi altındaki 10 kg N/da uygulamasında kaydedilen HI değerlerinin diğer uygulamalardan daha yüksek olması, yre koşullarında horozibiğine bu gübre seviyelerinin uygulanması gerektiğine işaret etmektedir.

Tane verimi: Yapılan analizler tane verimi üzerine PxN interaksiyonunun önemli etkisinin bulunduğunu ortaya çıkarmıştır (Çizelge 4). En yüksek tane verimi 7.4 g/bitki ile P10 ve N15 uygulamasından elde edilirken, onu istatistiksel olarak aynı grupta yer alan P10 ve N20 (6.5 g/bitki) uygulaması izlemiştir. Rakamsal olarak en düşük tane verimi ise 2.1 g/bitki ile P0 ve N0 (kontrol) uygulamasından sağlanmış olmasına karşılık, P0 seviyesi altında ele alınan tüm N dozlarının son grupta yer aldığı anlaşılmıştır. Bulgularımız genel olarak değerlendirildiğinde, horozibiği bitkisine uygulanan azot ve fosfor seviyesi yükseldikçe tane veriminin de arttığı, ancak N15 ve N20 seviyeleri arasında istatistiki anlamda fark olmadığı saptanmıştır.

Acar (1996) ile Genç ve Acar (1999), *Amaranthus mantegazzianus* ve *A.cruentus* bitkilerine 0-3-6-9-12 kg N/da uygulamışlar ve artan N seviyelerinin tane verimi (ortalama 91 kg/da) üzerinde önemli bir etkisinin bulunmadığını ifade etmişlerdir. Pospişil ve ark. (2006), *A.cruentus* ve *A.hypochondriacus* bitkilerine uygulanan azot seviyesi yükseldikçe (0-5-10 kg/da) birinci ve üçüncü tane veriminin etkilenmediğini (208-250 kg/da), ancak ikinci yıl etkilendiğini vurgulamışlardır. İkinci yıl tane veriminin neredeyse yarı yarıya düştüğünü bildiren araştırmacılar, N verilmeyen parsellerde 104 kg/da olan tane veriminin, 5 kg N/da uygulamasında 143 kg/da'a, 10 kg N/da uygulamasında ise 152 kg/da'a yükseldiğini, ancak bu iki doz arasında fark olmadığını ifade etmişlerdir. Diğer taraftan Olofintoye ve ark. (2011), *Amaranthus cruentus* bitkisine uygulanan fosfor seviyesi arttıkça (0-5-10 kg/da) tane veriminin de yükseldiğini (sırasıyla 142-160-180 g/m²) bildirmişlerdir.

Myers (1998), horozibiği genotiplerine uyguladığı N seviyelerinin (0-4.5-9-13.5-18 kg N/da) tohum verimi üzerine önemli etkisinin bulunduğunu belirtmiştir. Tane verimi açısından ilk yıl 9 ve 13.5 kg N/da seviyeleri arasında önemli farkın bulunmadığını (ortalama 217.4 kg/da) açıklayan araştırmacı, 18 kg N/da dozunda verimin 209.2 kg/da'a düştüğünü vurgulamıştır.

Bulgularımız ile yukarıdaki araştırmacıların sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, *Amaranthus sp.* bitkisinde tane veriminin P ve N uygulamalarıyla kontrole göre 3-3.5 kat arttığı ancak verimin, çalışmalarda kullanılan genotiplere, denemelerin yürütüldüğü değişik toprak ve iklim koşullarına ve çalışmalarda uygulanan tarımsal işlemlere (ekim zamanı, bitki sıklığı, vb.) sıkı bir şekilde bağlı olduğunu ortaya koymaktadır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Ege bölgesinin tipik Akdeniz iklimi koşullarında saksı denemesi şeklinde yürütülen bu ön çalışmamızda; farklı fosfor (0, 5, 10 kg/da) ve azot (0, 5, 10, 15, 20 kg/da) gübre dozlarında horozibiği (*Amaranthus mantegazzianus*) bitkisinin "Don Juan" çeşidi yetiştirilmiştir. İncelenen N ve P seviyelerinin tane verimi ve diğer verim unsurları üzerinde önemli etkilerinin bulunduğu saptanmıştır. En yüksek tane verimi ile HP verimi dekara 10 kg P ve 15 kg N uygulamasından elde edilmiştir. Bir ön çalışma niteliğinde elde edilen bu sonuçların, tarla çalışmalarıyla en az iki yıl süreyle test edilmesi, yeni çeşitlerin devreye sokularak detaylı çalışmalarla incelenmesi, daha güvenilir sonuçların alınmasına neden olacağı kanaatine de varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Abbasi, D., Rouzbehan Y. and J. Rezaei. 2012. Effect of harvest date and nitrogen fertilization rate on the nutritive value of amaranth forage (*Amaranthus hypochondriacus*), *Animal feed Science and Technology*, 171, 6-12.
- Acar, Z. 1996. İki yemlik horoz ibiği çeşidinin verimi ve bazı özelliklerine farklı azot dozlarının etkileri üzerine bir araştırma I. Tohum verimi, *Ondokuz Mayıs Ün. Ziraat Fak. Dergisi*, 11(2):187-196.
- Akanbi, W.B. and A.O. Togun. 2002. The influence of maize-stover compost and nitrogen fertilizer on growth, yield and nutrient uptake of amaranth, *Scientia Horticulturae* 93:1-8.
- Alvarez-Jubetea, L., E. K. Arendt and E. Gallagera. 2010a. Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients, In: *Trends in Food Science & Technology* 21:106-113.
- Alvarez-Jubete, L., M. Auty, E.K. Arendt and E. Gallager E. 2010b. Baking properties and microstructure of pseudocereal flours in gluten-free bread formulations. *Eur Food Res Technol* 230:437-45.
- Amicarelli, V. and G. Camaggi. 2012. *Amaranthus*: A Crop to Rediscover, *Forum Ware International* 2.
- Bertero, H.D., A.J.de la Vega, G.Correa, S.E.Jacobsen and A.Mujica. 2004. Genotype and genotype-by-environment interaction effects for grain yield and grain size of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as revealed by pattern analysis of international multi-environment trials, *Field Crops Research*, 89:299-318.
- Barba de la Rosa, A.P., I.S. Fomsgaard, B. Larsen; Mortensen, A.G.; L. Olvera-Martinez, C. Silva-Sanchez, A. Mendoza-Herrera, J. Gonzalez-Castaneda, A. De Leon-Rodriguez. 2009. Amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) as an alternative crop for sustainable food production: Phenolic acids and flavonoids with potential impact on its nutraceutical quality, In: *Journal of Cereal Science* 49:117-121.
- Borneo, R. and A. Aguirre. 2008. Chemical composition, cooking cereals, and consumer acceptance of pasta made with dried amaranth leaves flour, In: *LWT - Food Science and Technology* 41:1748-1751.
- Caselato-Sousa, V.M. and J. Amaya-Farfán. 2012. State of knowledge on amaranth grain: A comprehensive review, *Journal of Food Science* 77(4):93-104.
- Das S. 2016. A Promising Crop of Future, Saubhik Das Department of Botany Taki Government College West Bengal, ISBN 978-981-10-

- 1468-0 / DOI 10.1007/978-981-10-1469-7_1/Springer Science + Business Media Singapore.
- Dumanoğlu, Z. ve H. Geren. 2016. Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)'da farklı tuz (NaCl) yoğunluklarının tane verimi ve bazı verim unsurlarına etkisi, Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 53(2):153-159.
- Dönmez S. 2009. Bartın Koşullarında Doğal Maddelerin (Baykal EM1 ve Biyohumus) *Amaranthus caudatus* var. *bulava* ve *Amaranthus tricolor* var. *valentina*'da Bazı Morfolojik ve Fizyolojik Proseslere Etkisi ve Bu Bitkilerin Peyzaj Mimarlığında Kullanımı, Bartın Ün. Fen Bilimleri Enst. Orman Müh. Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Bartın.
- Elbehri, A., D.H. Putnam and M. Schmitt 1993. Nitrogen fertilizer and cultivar effects on yield and nitrogen-use efficiency of grain amaranth. *Agron. J.* 85, 120-128.
- Ejjeji, C.J. and K.A. Adeniran. 2010. Effects of water and fertilizer stress on the yield, fresh and dry matter production of grain amaranth (*Amaranthus cruentus* L.). *Aus. J. Agric. Eng.* 1(1):18-24.
- Erlay, G.S., H.P. Kaul, M. Kruse and W. Aufhammer. 2005. Yield and nitrogen utilization efficiency of the pseudocereals amaranth, quinoa, and buckwheat under differing nitrogen fertilization, *Europ. J. Agronomy, Short communication*, 22 (95-100).
- Genç, N. ve Z. Acar. 1999. Horozibiği (*Amaranthus sp.*)'nin azot ihtiyacının ot ve tohum veriminin ve bazı özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma, *Ondokuz Mayıs Ün. Ziraat Fak. Dergisi*, 14(3):65-75.
- Geren, H. ve E. Güre. 2017. Farklı azot ve fosfor seviyelerinin kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)'da tane verimi ve bazı verim unsurlarına etkisi üzerinde bir ön araştırma, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54(1):1-8
- Kalač, P. and J. Moudrý. 2000. Chemical composition and nutritional value of amaranth grains (in Czech). *Czech J Food Sci* 18: 201-206
- Meyo, C.A. 2004. The effect of nitrogen and phosphorous application on growth, yield and nutritional quality of vegetable amaranth (*Amaranthus hybridus*), The Department of Crop Science, Faculty of Agriculture, University of Nairobi, M.Sc. Thesis, 66p.
- Mlakar, S.G., M. Bavec, M. Turinek and F. Bavec. 2009. Rheological properties of dough made from grain amaranth-cereal composite flours based on wheat and spelt. *Czech J Food Sci* 27:309-19.
- Mlakar, S.G., M. Turinek, M. Jakop, M. Bavec and F. Bazvec. 2010. Grain amaranth as an alternative and perspective crop in temperate climate. *Revija za geografijo – Journal for Geography* 5:135-45.
- Myers, R.L. 1998. Nitrogen fertilizer effect on grain Amaranth, *Agron. Jour.* 90:597-602.
- Olaniyi, J.O., K.A. Adelasoye and C.O. Jegede. 2008. Influence of nitrogen fertilizer on the growth, yield and quality of grain amaranth varieties, *World Journal of Agricultural Sciences* 4 (4): 506-513.
- Olofintoye, J.A.T., H.A. Adeniyi and O.A. Adetula. 2011. Effects of phosphorus fertilizer and intra row spacing on the growth and yield of grain amaranth (*Amaranthus cruentus*), *Agricultural Journal* 6(6):366-368.
- Olofintoye, J.A.T., Y.A. Abayomi and O. Oluğbemi. 2015. Yield responses of grain amaranth (*Amaranthus cruentus* L.) varieties to varying planting density and soil amendment, *African Journal of Agricultural Research*, 10(21):2218-2225.
- Pimentel, D., A. Marklein, M.A. Toth, M. Karpoff, G.S. Paul, R. McCormack, J. Kyriazis and T. Krueger. 2008. Biofuel Impacts on World Food Supply: Use of Fossil Fuel, Land and Water Resources, In: *Energies* 1, pp. 41-78.
- Pospišil, A., M. Pospišil, B. Varga and Z. Svečnjak. 2006. Grain yield and protein concentration of two amaranth species (*Amaranthus spp.*) as influenced by the nitrogen fertilization, *European Journal of Agronomy*, 25:250-253.
- Pisařková, B., J. Peterka, M. Trčková, J. Moudrý, Z. Zralý and I. Herzih. 2006. Chemical composition of the above-ground biomass of *Amaranthus cruentus* and *A.hypochondriacus*, *Acta Vet. Brno*, 75:133-138.
- Saini, J.P. and J. Shekhar. 1998. Effect of nitrogen fertilizer on growth and yield of grain amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) cultivars under drytemperate, *Indian J. Agron.* 43:(4):743-746.
- Schoenlechner, R. S. Siebenhandl and E. Berghofer. 2008. Pseudocereals. In: *Arendt EK, Dal Bello F, editors. Gluten-free cereal products and beverages. London: Elsevier/Academic Press. p:149-190.*
- Teutonico R.A. and D. Knorr. 1985. Amaranth: composition, properties and applications of a rediscovered food crop, In: *Food Technology* 39:49-61.
- Uusikua, N.P., A. Oelofsea, K.G. Duodub, M.J. Besterc and M. Faberd. 2010. Nutritional value of leafy vegetables of sub-Saharan Africa and their potential contribution to human health: A review, In: *Journal of Food Composition and Analysis* 23: 499-509.
- Valcárcel-Yamani, B., Caetano da S. Silva Lannes. 2012. Applications of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and amaranth (*Amaranthus spp.*) and their influence in the nutritional value of cereal based foods, In: *Food and Public Health* 2:265-275.
- Venskutonis, P.R. and P. Kraujalis. 2013. Nutritional components of amaranth seeds and vegetables: A review on composition, properties, and uses, *Comprehensive Reviews in Food Science and Safety*, 12(4):381-412.
- Yurtsever, N. 1984. *Deneysel İstatistik Metotlar, Toprak ve Gübre Araş. Enstitüsü Yayınları No:121, Ankara.*