



HERBİSİTLERİN BUĞDAY YAPRAĞINDAKİ AMİNO ASİT SEVİYELERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Doç. Dr. Mustafa YAMAN (Orcid No: 0000-0001-9692-0204)

İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik

Prof. Dr. Barbaros NALBANTOĞLU (Orcid No: 0000-0002-2718-1855)

Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı

ÖZET

Bitkiler kuraklık, soğuk, kimyasallar, yabancı otlar, bakteri, virüs ve besin eksikliği gibi birçok abiyotik ve biyotik streslere maruz kalır ve bu nedenle normal büyümeleri ve gelişimleri olumsuz yönde etkilenir. Bitkilerin gelişimini olumsuz yönde etkileyen yabancı otlar buğday gibi kültür bitkileriyle su, mineral, besin maddeleri ve yer bakımından rekabete girmesiyle ürünün verim ve kalitesinde kayıplara neden olurlar. Günümüzde yabancı otların vermiş olduğu bu zararı engellemek için herbisitler yoğun olarak tarım arazilerinde kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Orta Anadolu bölgesinde en fazla yetiştirilen Flamura-85 tipi ekmeklik buğdayın yetiştirilmesinde yabancı otlarla mücadelede kullanılan Ralon ve Granstar isimli herbisitlerin buğday yaprağındaki amino asitler üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada kullanılan buğdaylar iklim kabininde iki hafta süre ile yetiştirildikten sonra, bitkilerinin bir kısmına Granstar (0,24 µl/50 ml) ve bir kısmına da Ralon (9,6 µl/50 ml) herbisitleri püskürtülmüştür. İki haftadan sonra kontrol ve herbisitlere maruz kalan buğday yaprakları 24, 48 ve 72. saatlerde kesilmişler ve amino asit miktarlarındaki değişimler incelenmiştir. Buğday yapraklarındaki amino asitlerin tayini HPLC sistemi ile yapılmıştır. Ralon ve Granstar herbisitleri verildiğinde her üç günde de yapraklarda amino asitlerin seviyelerinde artış ve azalışlar olduğu görülmüştür. Her iki herbisit de aspartik asit, glutamik asit, arjinin ve triptofan amino asitleri seviyelerini her üç günde de genelde azalttığı ve tirozin, glisin, alanin ve valinin seviyelerini ise genelde değiştirmedeği görülmüştür. Granstar herbisiti verildiğinde dallı-zincirli amino asitlerin miktarlarında genel olarak bir değişim olmaz iken, Ralon verildiğinde hem artış hem azalmalar olmuştur. Özellikle Ralon herbisiti verildiğinde protein sentezinden sorumlu bir amino asit olan lösin amino asidi miktarında genel olarak azalma görülmüştür. Görüldüğü gibi, her iki herbisit de buğday



yaprağında stres oluşturup amino asit seviyelerini etkileyerek bitkideki protein sentezini etkileyebilir. Buğdaydan üretilen besinler protein kaynağı olarak beslenmemizde geniş ölçüde yer almaktadır. Sağlıklı beslenmede bir besinin protein kalitesi önem arz etmektedir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, herbisitlerin buğdayın protein kalitesini olumsuz yönde etkileyebileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Herbisit, buğday, amino asitler



INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF HERBICIDES ON AMINO ACID LEVELS IN WHEAT LEAF

ABSTRACT

Plants are exposed to different abiotic and biotic stresses such as drought, cold, chemicals, weeds, bacteria, viruses and nutrient deficiencies and therefore their normal growth and development is adversely affected. Weeds, which adversely affect the development of plants, cause losses in the yield and quality of the product by competing with cultivated plants such as wheat in terms of water, minerals, nutrients and space. Today, herbicides are used extensively in agricultural lands to prevent these damages caused by weeds. In this study, the effects of Ralon and Granstar herbicides, which are used to control weeds during the cultivation of Flamura-85 type bread wheat, which is the most grown in the Central Anatolian region, on the amino acids in the wheat leaf were investigated. The wheat used in the study was grown in a climate cabinet for two weeks and separated into two groups. After that, Granstar (0,24 µl/50 ml) and some Ralon (9,6 µl/50 ml) herbicides were sprayed on wheat leaves. Two weeks later, wheat leaves both control and exposed to herbicides were cut at 24, 48 and 72 hours and the changes in amino acid amounts were examined. When the Ralon and Granstar herbicides were sprayed, it was observed that there was an increase and decrease in the levels of amino acids in the leaves every three days. When both herbicides were sprayed, the levels of aspartic acid, glutamic acid, arginine, and tryptophan were generally decreased in all three days, while the levels of tyrosine, glycine, alanine, and valine were not generally changed. There was generally no change in the amounts of branched-chain amino acids when the Granstar herbicide was sprayed, but there were both increases and decreases when Ralon was applied. In particular, when the Ralon herbicide was sprayed, there was a general decrease in the amount of leucine, an amino acid responsible for protein synthesis. As can be seen, both herbicides can affect protein synthesis in the plant by creating stress in the wheat leaf and affecting amino acid levels. Foods produced from wheat are widely included in our diet as a source of protein. Protein quality of a food is important in a healthy diet. According to the results of this study, it is thought that herbicides may adversely affect the protein quality of wheat

Keywords: Herbicide, wheat, amino acids



GİRİŞ

Bitkilerin gelişimini etkileyen en önemli faktörlerden biri olan yabancı otlar kültür bitkileriyle su, mineral, besin maddeleri ve yer bakımından rekabete girmesiyle verim ve ürün kaybına neden olurlar (Torun, 2011). Yabancı otların vermiş olduğu bu zararları engellemede çeşitli fiziksel ve kimyasal yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden biri olan herbisitler, uygulanmasındaki kolaylık, sonucun hemen alınması ve ürünün birçok döneminde kullanılabilmesi nedeniyle en çok tercih edilen yöntemlerdendir (Türkseven & Nemli, 2013).

Tarım alanlarında yabancı otların rekabet güçleri kültür bitkisine göre daha fazla olduğundan bitki zayıf kalmakta ve verim kayıplarına neden olmaktadır. Dünyada yabancı otların tarım ürünlerine vermiş olduğu zarar %15-20 arasındadır. Ülkemizde ise yabancı otların kültür bitkilerine vermiş olduğu zarar ortalama %20-35 olarak kabul edilmektedir (Avcı, 2007).

Herbisitler organik moleküller olup yabancı otları kontrol etmek amacıyla kullanılmaktadır. Fakat herbisitler bu olumlu yanına rağmen ekosistemde, özellikle tarım ve sularda, istenmeyen kalıntı oluşumuna neden olmaktadır (Flores vd., 2009; Hildebrandt vd., 2008). Bunun yanında bitkinin büyümesinde, kalitesinde ve ürün veriminde olumsuz etkileri de sebep olmaktadır. Herbisitler bitkide solunum, fotosentez, protein ve lipit sentezine üzerine etki ederek, bitkinin devam eden fizyolojik ve biyokimyasal işlevlerini bozar ve bitkinin ölümüne neden olur (Bigot vd., 2007; Stoughton vd., 2008).

Dünya’da kullanılan tarım ilaçlarının gruplara göre dağılımında herbisitler, % 47’lik bir pay ile ilk sırada yer alırken, bunu % 29 ile insektisitler izlemekte, fungusitlerin ise % 19’luk bir payı bulunmaktadır (Demirkan, 2009). Ülkemizde ise 18,123 ton ile fungusitler ilk sırada yer almaktadır. Bunu, 7,406 ton ile herbisitler ve 6,119 ton ile insektisitler izlemektedir (Demirkan, 2009).

Phenoxy grubu herbisitler tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de en çok kullanılan herbisitlerdendir. Bu grup herbisitler özellikle buğday ekim alanlarında yabancı yulaf (*Avena sterilis*), tilki kuyruğu (*Alopecurus myosuroides*) ve kuş otu (*Phalaris paradoxa*) gibi yabancı otların kontrolünde kullanılmaktadır (Avcı, 2007). Etki mekanizmasına göre phenoxy grubu herbisitler asetil CoA karboksilaz (ACCCase) enzimini inhibe ederler. Enzimin inhibe olmasıyla fosfolipidler oluşamayacağından yeni hücre membranlarının oluşması da engellenmiş olur ve bitkinin büyümesi durur (Burton vd., 1989; Focke & Lichtenthaler, 1987). Yabancı otlarla mücadele kullanılan bir diğer herbisit olan Granstar (%37,5 Tribenuron methyl + %37,5 Thifensulfuron methyl) asetolaktat sentaz (ALS) enzimin inhibitörü olduğundan dallı-zincirli



amino asitler olan izo-lösin, lösin ve valin sentezini engellenmektedir (LaRossa & Schloss, 1984). Bu grup herbisitler buğday ekim alanlarında gelincik (*papaver rhoeas*), dil kanatan (*galium aparine*), köy göçüren (*circium arvense*), papatya (*matricaria chamomilla*) ve yabancı hardal (*sinapis arvensis*) gibi yabancı otların kontrolünde kullanılmaktadır (Avcı, 2007).

Herbisitlerin zararlarıyla ilgili olarak buğday yapraklarında yapılan çalışmalarda herbisitlerin yapraklarda reaktif oksijen türleri (ROT) üreterek oksidatif strese neden olduğu bulunmuştur. ROT'lar bitkide hücrel hasarlara ve hatta bitkinin ölümüne neden olabilmektedir (Gill & Tuteja, 2010).

Dünyada en çok üretilen tarım ürünlerinden buğday, birçok ülkenin temel beslenmesinde ve ticaretinde önemli bir yere sahip olan kültür bitkisidir. Türkiye'de kalori tüketiminin %47,9'u buğdaydan yapılan ekmek ve diğer ürünlere dayanmaktadır (TZOB, 2012). Önemli bir protein ve karbonhidrat kaynağının yanında buğday, günlük beslenmede alınması gereken birçok vitamin ve mineralleri de önemli miktarda içermektedir (TURKOMP, 2014). Ülkemizde üretilen ve tüketilen 100 g buğdayda yaklaşık olarak %12 protein bulunmaktadır (TURKOMP, 2021).

Herbisitlerin kültür bitkisinde oksidatif strese neden olduğu bilinmektedir. Herbisitlerin proteinler ve amino asitler üzerine yapılan çalışmalarda herbisit türü ve konsantrasyonuna bağımlı olarak miktarlarında artış ve azalışlar olduğu bildirilmiştir (Nabiha vd., 2014; Oztetik, 2010).

Buğday yetiştirilmesinde kullanılan birçok herbisit buğdayın verim ve kalitesinde kayıplara neden olduğu bilinmesine rağmen amino asitler üzerine olan etkisi tam olarak bilinmemektedir. Bu çalışmada Ralon (Fenoxaprop-p-ethy) ve Granstar (%37,5 Tribenuron methyl + %37,5 Thifensulfuron methyl) herbisitlerinin Orta Anadolu bölgesinde en çok yetiştirilen Flamura-85 tipi ekmeklik buğday yaprağındaki amino asitler üzerine olan etkisi incelenecektir.

MATERYAL ve METOT

İklim Kabininde Buğdayların Büyütülmesi

Bu araştırmada, bitki materyali olarak, Flamura-85 (*Triticum aestivum L.*) tipi ekmeklik buğday kullanıldı. Buğdaylar 3 kez saf su ile yıkandı, oda şartlarında ekim yapılamadan önce saf su içerisinde 2 saat bekletildi. Bitki büyütülmesinde kullanılacak olan kumlar iyice yıkandı ve ekime hazırlanmış olan buğday tohumları 0,120 m² büyüklükteki saksılara ekildi. 1/10 oranında seyreltilmiş olan Hoagland besin çözeltisi ile sulandıktan sonra saksılar iklim kabininde (ışık "gün uzunluğu" 20,000 luks, %70±nem, ±0,1 °C sıcaklık) 12 saat ışık/12 saat karanlık (20/15



°C) periyodunda 15 gün süre Hoagland besin çözeltisi verilerek büyütüldü (Dimova, 2003). Saksılar 15 gün sonra Kontrol ve Herbisitler olarak ayrıldı. Kontrol örneğe sadece 50 ml saf su püskürtüldü. Herbisitler için ayrılmış saksılara ise Ralon (9,6 µl/50 ml) ve Granstar herbisit (0,24 mg/50 ml) herbisitlerinden ürün etiket bilgisinde belirtilen konsantrasyon hesaplandı ve püskürtüldü ve 24 , 48 ve 72. saatlerde yapraklar kesildi ve amino asitlerdeki değişimler incelendi.

Amino Asit Analizi

Buğday yaprağındaki toplam 16 adet amino asit (aspartik asit, glutamik asit, serin, glisin, arjinin, histidin, treonin, lizin, alanin, prolin, lösin, izolösin, tirozin, fenilalanin, valin ve triptofan) incelendi. Triptofan tayini asit hidrolizi sonucu tamamen bozunduğu için baz hidroliz yöntemi ile yapıldı. Diğer amino asitler asit hidroliz yöntemiyle yapılmıştır.

Sıvı azot ile iyice homojenize edilmiş buğday yağrağı örneğinden 0,5 g tartıldı, 50 ml'lik ağzı kapalı analiz şişesi içerisine alındı, 6 N hidroklorik asit çözeltisinden 20 ml ilave edildi, şişe içine azot gazı verilerek ağzı sıkıca kapatıldı ve 24 saat 110 °C'de etüvde hidroliz olması sağlandı. Örnek, oda sıcaklığına getirilerek adi filtre kâğıdından süzüldü. Süzüntüden 0,2 ml deney tüpüne alınarak azot gazı altında 50 °C'de uçuruldu ve üzerine 0,5 ml asetonitril ilave edilerek tekrar uçurma işlemi yapıldı. Tüp içindeki kalıntıya yaklaşık 0,5 ml asetonitril:metanol:triethylamin karışımı ve 0,1 ml türevlendirme çözeltisinden ilave edildi ve 40 °C'de etüvde 30 dakika süreyle türevlendirildi. Azot gazı altında 40 °C'de uçurulduktan sonra üzerine 0,2 ml asetonitril ilave edildi ve azot gazı altında tekrar uçuruldu. Üzerine 5 ml 0,02 M amonyum asetat çözeltisi ilave edildi. 0,2 µm filtreden süzüldü ve UFLC'ye enjekte edildi (Dimova, 2003; Heinrikson & Meredith, 1984).

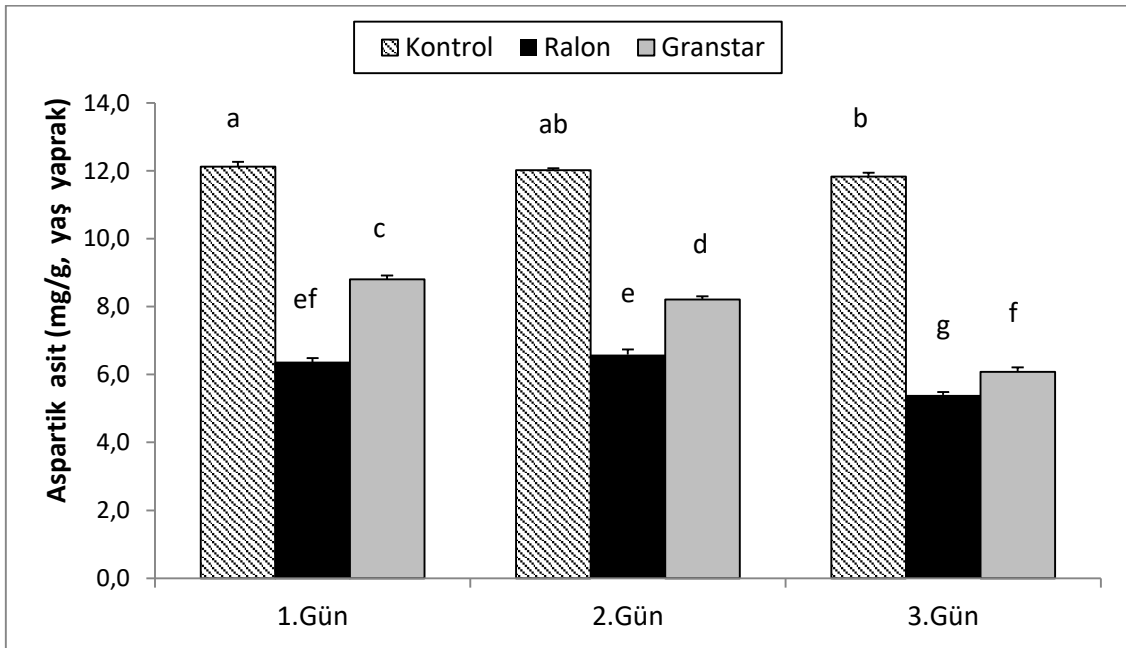
Triptofan Analizi

Sıvı azot ile iyice homojenize edilmiş buğday yağrağı örneğinden 0,5 g tartıldı ve 50 ml'lik ağzı kapaklı şişe içine alındı ve 5 N sodyum hidroksit çözeltisinden 20 ml ilave edildi, şişe içine azot gazı verilerek ağzı sıkıca kapatıldı ve 12 saat 120 °C'de etüvde hidroliz edildi. Örnek, oda sıcaklığına getirilerek adi filtre kâğıdından süzüldü. Süzüntüden 1 ml alındı ve üzerine 60 ml deiyonize su ilave edildi ve pH 6,3'e 0,1 N hidroklorik asit çözeltisiyle ayarlandı, hacmi deiyonize su ile 100 ml'ye erlen içinde tamamlandı, 0,45 µm'luk filtreden süzüldü ve HPLC'ye enjekte edildi (Çevikkalp vd., 2016; Zhang vd., 2009).

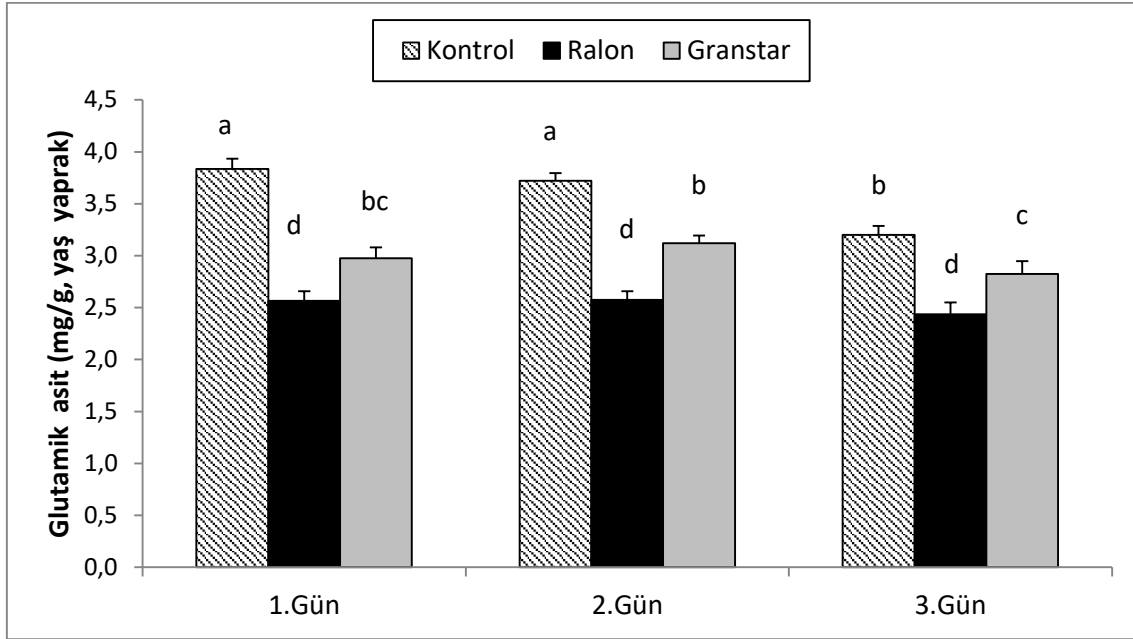


SONUÇLAR

Bu çalışmada, herbisitlere maruz kalan buğday yapraklarındaki amino asitlerin seviyesindeki değişimler Çizelge 1’de gösterilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi her iki herbisitinde buğday yapraklarında amino asitlerin seviyesinde artış ve azalışlara neden olduğu görülmüştür. Özellikle her iki herbisit her üç günde de aspartik asit ve glutamik asit miktarını önemli derecede azalttığı görülmüştür. Bu azalışlar Şekil 1 ve 2’de gösterilmiştir. Kontrol ile karşılaştırıldığında, aspartik asit uygulamanın son günü olan 3.günde kontrole göre Ralonda %54, Granstarda ise %49 azalmıştır. Glutamik asit ise kontrole göre Ralonda %24, Granstarda ise %12 azalmıştır. Ülkemizde tüketilen ekmeçlik buğdayda yaklaşık olarak %12 protein bulunmaktadır. Bu proteinin yaklaşık %27 kadarı ise glutamik asittir. Bu çalışmanın verilerine göre özellikle Ralon herbisiti buğday yaprağındaki glutamik asit miktarını önemli derecede düşürmektedir. Bu sonuçlara göre bu azalışlar son ürünün verimini ve toplam protein miktarını azaltabileceği düşünülmektedir.



Şekil 1. Kontrol ve herbisitlere maruz kalan buğday yapraklarındaki aspartik asit sonuçları. Sütunlardaki farklı harfler istatistiksel olarak uygulamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (ANOVA P<0,01, Tukey test).



Şekil 2. Kontrol ve herbisitlere maruz kalan buğday yapraklarındaki glutamik sonuçları. Sütunlardaki farklı harfler istatistiksel olarak uygulamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (ANOVA $P < 0,01$, Tukey test).

Çizelge 1. Herbisitlere maruz kalan buğday yapraklarındaki amino asitlerin seviyesindeki değişimler

Ralon	Asidik A.A		Bazik A.A			Polar Yüksüz A.A.			Apolar A.A				Apolar A.A.(Dallı-Zincirli)			
	Asp	Glu	Lys	Arg	His	Ser	Thr	Tyr	Gly	Ala	Phe	Trip	Pro	Ile	Leu	Val
1.Gün	—	—	—	—	—	—	—	—	≈	≈	—	—	—	—	—	—
2.Gün	—	—	+	≈	≈	≈	≈	≈	≈	≈	+	—	≈	+	+	≈
3.Gün	—	—	—	—	+	+	+	≈	≈	≈	≈	≈	+	+	—	≈

Granstar	Asidik A.A		Bazik A.A			Polar Yüksüz A.A.			Apolar A.A				Apolar A.A.(Dallı-Zincirli)			
	Asp	Glu	Lys	Arg	His	Ser	Thr	Tyr	Gly	Ala	Phe	Trip	Pro	Ile	Leu	Val
1.Gün	—	—	—	—	+	≈	+	≈	≈	+	≈	≈	—	≈	—	≈
2.Gün	—	—	+	≈	—	—	—	—	≈	≈	+	—	≈	≈	≈	≈
3.Gün	—	—	+	—	+	+	+	≈	≈	≈	+	—	+	+	≈	≈

(+); kontrole göre artmıştır, (-); kontrole göre azalmıştır, (≈); kontrole göre değişmemiştir.

Serbest amino asitler ve proteinlerdeki amino asitler ROT'lara karşı oldukça hassas olduklarından kolayca oksidasyona uğrayabilirler (Büyük vd., 2012). Yapılan birçok çalışmada herbisitlerin buğday gibi kültür bitkisi ile muamele edildiğinde ROT oluşumuna neden olduğu bilinmektedir. Bunun sonucu olarak da kültür bitkisinde verim kayıplarına neden olduğu da raporlanmıştır. Bu verim kayıplarına genel olarak son ürünün toplam ağırlığına ya da toplam protein miktarına bakılarak değerlendirilmiştir. Herbisitlerin türü ve konsantrasyonuna bağlı olarak amino asitlerin seviyelerinde artış ve azalışlarında olduğu bilinmektedir (Oztetik, 2010).



Ancak özellikle buğday gibi bitkilerde herbisitlerin amino asitler üzerine olan etkileri ile bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada kullanılan Ralon herbisiti (ACCCase inhibitörü) yağ asitleri sentezini, granstar herbisiti (ALS inhibitörü) ise dallı-zincirli amino asitlerin (izo-lösin, lösin, valin) sentezini yabancı ortarlarda engelleyerek bitkinin gelişimini durdurduğu ve ölüme neden olduğu bilinmektedir (LaRossa & Schloss, 1984).

Çizelge 1’de görüldüğü gibi Ralon herbisiti verildiğinde özellikle 1.günde glisin ve alanin dışında tüm amino asitlerin seviyelerinin azaldığı görülmüştür. Glisin ve alanin R grupları bakımından en basit amino asit olduğundan herbisitlerin olumsuz etkisinden daha az etkilendikleri düşünülmektedir. Yinede, Ralon herbisiti verildiğinde 2.gün çoğu amino asidin seviyelerinde bir değişim gözlenmemiştir. Çizelgede görüldüğü gibi her iki herbisit verildiğinde, aspartik asit, glutamik asit, arjinin ve triptofan seviyelerinin her üç günde de genelde azaldığı ve tirozin, glisin, alanin ve valinin seviyelerinin ise genelde değişmediği görülmüştür. Yabancı otlara karşı, granstar herbisitinin (ALS inhibitörü) etki mekanizması dallı-zincirli amino asitler üzerinden olmaktadır. Bu çalışmada da görüldüğü granstar kültür bitkisindeki dallı-zincirli amino asitlerden olan valinin seviyesini her üç günde de değiştirmedeği, izo-lösin ve lösinin seviyesini çok az değiştirdiği görülmektedir. Ralon herbisiti verildiğinde ise dallı-zincirli amino asitlerin seviyelerinde genel olarak azalma olduğu görülmüştür. Özellikle protein sentezinden sorumlu bir amino asit olan lösin amino asidi miktarında genel olarak azalma görülmüştür. Bu durum bitkinin devam eden büyüme ve gelişiminde protein sentezine olumsuz etkileyebileceği düşünülmektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada, herbisitlerin (Ralon ve Granstar) buğday yaprağındaki amino asit seviyeleri üzerine etkisi incelenmiştir. Laboratuvar şartlarında elde ettiğimiz bu bulgulara göre, herbisitlerin amino asitler üzerine olan bu olumsuz etkilerinin son ürünün verimini ve protein kalitesini de etkileyebileceği düşünülmektedir. Özellikle toplam protein içinde buğdayda en fazla bulunan glutamik asit miktarında her iki herbisit verildiğinde önemli derecede azalmalar olmuştur. Bunun yanında Ralon herbisit 1. günde esansiyel amino asitlerin seviyelerinde önemli düşümlere neden olmuştur. Bu da son ürünün protein kalitesini olumsuz etkileyebileceği düşünülmektedir. Bu verilerin ışığında, aynı çalışmanın tarla şartlarında da yapılmasıyla elde edilecek sonuçlara göre herbisitlerin amino asitler üzerine etkisi tam olarak belirlenebilecektir. Bu bilgiler ışığında bu zararı azaltabilecek yeni tarımsal uygulamalar araştırma konusu olabilecektir. Bu çalışma herbisitlerin amino asitler üzerine bugüne kadar yapılmış en kapsamlı çalışma olduğundan ileride yapılacak birçok çalışmaya da ışık tutacaktır.



KAYNAKLAR

- Avcı, M. B. (2007). *Trakya bölgesinde buğday, arpa, mısır ve çeltik tarımında herbisit kullanımının sürdürülebilir tarım açısından değerlendirilmesi.*
- Bigot, A., Fontaine, F., Clément, C., & Vaillant-Gaveau, N. (2007). Effect of the herbicide flumioxazin on photosynthetic performance of grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Chemosphere*, 67(6), 1243–1251.
- Burton, J. D., Gronwald, J. W., Somers, D. A., Gengenbach, B. G., & Wyse, D. L. (1989). Inhibition of corn acetyl-CoA carboxylase by cyclohexanedione and aryloxyphenoxypropionate herbicides. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 34(1), 76–85.
- Büyük, İ., SOYDAM-AYDIN, S., & Aras, S. (2012). Bitkilerin stres koşullarına verdiği moleküler cevaplar. *Turkish Bulletin of Hygiene & Experimental Biology/Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji*, 69(2).
- Çevikkalp, S. A., Löker, G. B., Yaman, M., & Amoutzopoulos, B. (2016). A simplified HPLC method for determination of tryptophan in some cereals and legumes. *Food Chemistry*, 193, 26–29.
- Demirkan, H. (2009). Herbisitlere dayanıklılık konusunda dünyada yapılmış bildirimlerin değerlendirilmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 46(1), 71–78.
- Dimova, N. (2003). RP-HPLC analysis of amino acids with UV-detection. *Comptes Rendus de l'Académie Bulgare Des Sciences*, 56(12), 12–75.
- Flores, C., Morgante, V., González, M., Navia, R., & Seeger, M. (2009). Adsorption studies of the herbicide simazine in agricultural soils of the Aconcagua valley, central Chile. *Chemosphere*, 74(11), 1544–1549.
- Focke, M., & Lichtenthaler, H. K. (1987). Inhibition of the acetyl-CoA carboxylase of barley chloroplasts by cycloxydim and sethoxydim. *Zeitschrift Für Naturforschung C*, 42(11–12), 1361–1363.
- Gill, S. S., & Tuteja, N. (2010). Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 48(12), 909–930.
- Heinrikson, R. L., & Meredith, S. C. (1984). Amino acid analysis by reverse-phase high-performance liquid chromatography: precolumn derivatization with phenylisothiocyanate. *Analytical Biochemistry*, 136(1), 65–74.



- Hildebrandt, A., Guillamón, M., Lacorte, S., Tauler, R., & Barceló, D. (2008). Impact of pesticides used in agriculture and vineyards to surface and groundwater quality (North Spain). *Water Research*, 42(13), 3315–3326.
- LaRossa, R. A., & Schloss, J. V. (1984). The sulfonylurea herbicide sulfometuron methyl is an extremely potent and selective inhibitor of acetolactate synthase in *Salmonella typhimurium*. *Journal of Biological Chemistry*, 259(14), 8753–8757.
- Nabiha, B., Reda, D. M., Noureddine, Z., & Houria, B. (2014). Differential response to treatment with herbicide chevalier induced oxidative stress in leaves of wheat. *Annals of Biological Research*, 5(3), 1–7.
- Oztetik, E. (2010). Effects of tribenuron-methyl treatment on glutathione S-transferase (GST) activities in some wheat and barley varieties. *Pure and Applied Chemistry*, 82(1), 289–297.
- Stoughton, S. J., Liber, K., Culp, J., & Cessna, A. (2008). Acute and chronic toxicity of imidacloprid to the aquatic invertebrates *Chironomus tentans* and *Hyalella azteca* under constant-and pulse-exposure conditions. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 54(4), 662–673.
- Torun, H. (2011). Yüksek Doz Herbisit Uygulamalarının Hedef Dışı Bitkilerdeki Oluşturduğu Zararlanmalar. *ÇÜ Fen Bil. Enst. YL. Tezi*, 149p.
- TURKOMP. (2014). *Ulusal Gıda Kompozisyonu Veri Tabanı (Türkomp)*. <http://www.turkomp.gov.tr/food/118>
- TURKOMP. (2021). *Ulusal Gıda Kompozisyonu Veri Tabanı (TURKOMP)*. <http://www.turkomp.gov.tr/food-bugday-makarnalik-119>
- Türkseven, S., & Nemli, Y. (2013). Investigation on performance of registered herbicides on resistant and sensitive Wild oat populations in field conditions. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50(1), 39–46.
- TZOB. (2012). *Kalori Tüketiminde Türkiye*. <https://www.tzob.org.tr/basin-odasi/haberler/tzob-genel-baskani-bayraktar-29-2>
- Zhang, J., Xue, X., Zhou, J., Chen, F., Wu, L., Li, Y., & Zhao, J. (2009). Determination of tryptophan in bee pollen and royal jelly by high-performance liquid chromatography with fluorescence detection. *Biomedical Chromatography*, 23(9), 994–998.