



Dichlorvos'un (DDVP) *Allium cepa* L. Kök Ucu Meristem Hücrelerinde Mitoz Bölünme ve Kromozomlar Üzerine Etkileri

Hatice (SARI) SOYKAN ve Serdar KOCA*

Adnan Menderes Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü 09010/Aydın

Received: 02.06.2014; Accepted: 16.07.2014

Özet. Çalışmamızda, DDVP'nin *A. cepa*'da kök uzunluğu, kök sayısı, mitoz bölünme ve kromozomlar üzerine olan etkileri araştırılmıştır. DDVP'nin 2ml/L, 4ml/L, 6 ml/L dozları 12, 24 ve 48 saat olmak üzere üç farklı süre ile *A. cepa* bitkisinin köklerine uygulanmıştır. Uygulama sonucu her soğandaki kökler sayılmış ve kök uzunlukları ölçülmüştür. Yapılan değerlendirmeler sonucu kontrol gruplarına göre uygulama gruplarının kök sayısının süreye bağlı olarak azalma gösterdiği görülmüştür. Uygulama gruplarının kök uzunlukları kontrol grupları ile karşılaştırıldıklarında uzunluğun genellikle doz ve süreye bağlı olarak azalma gösterdiği belirlenmiştir. Mikroskopik gözlemler sonucu elde edilen veriler tablolara aktarılmış ve SPSS 12.0 programında yapılan istatistiksel analizler ile sonuçlar değerlendirilmiştir. Elde edilen verilere göre DDVP'nin *A. cepa* bitkisinin köklerinde mitotik indeksi azalttığı saptanmıştır. Mitotik indeksin azalması süreye bağlı olarak paralellik gösterirken, doz artışına bağlı bir paralellik göstermemektedir. İnsektisit *A. cepa* bitkisinin köklerine uygulanması sonucu kromozomlarda hasarlar meydana gelmiştir. En fazla gözlenen kromozom hasarları yapışkanlık, yanlış kutuplaşma ve fragment oluşumudur. Bundan başka anafaz köprüsü ve mikronükleus oluşumları da görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Pestisit, mitotik indeks, kromozom anormallikleri, DDVP

Effects of Dichlorvos (DDVP) on Mitosis and Chromosomes in *Allium cepa* L. Root Tip Meristem Cells

Abstract. In our study, effects of DDVP on *A. cepa* root length, root number, mitosis and chromosomes are determined. Different doses of DDVP (2ml/L, 4 ml/L, 6 ml/L) were applied to *A. cepa* roots with three different application periods (12h, 24h, 48h). Roots of tubers were counted and root lengths were measured after applications. Our results show that root numbers of application groups are decreased correlated with application time. When root length of application groups with control group is compared, root length decrease is generally seems to be correlated with application dosage and time. The data of microscobical observations were put in tables and evaluated with statistical analysis using SPSS 12.0. DDVP is determined to have a decreasing effect on mitotic index of *A. cepa*. Decrease of mitotic index is correlated within crease of application time but not correlated with increase in application dosage. Chromosome aberrations were occurred in *A. cepa* roots, after application of insecticide. Most observed chromosome defects are stickiness, pole deviation and fragmentation. Anaphase bridges and micro nuclei are also observed.

KeyWords: Pesticides, mitotic index, chromosome abnormalities, DDVP

GİRİŞ

Günümüzün en önemli sorunlarından birisi çevre kirliliğidir. İnsan sağlığının çevre kirlenici kimyasallarla tehlikeye düşürülmesinde, pestisitler önemli bir yer tutmaktadır. Doğada kimyasal kirliliğe yol açan, toprakta, suda, meyve ve sebzelerde uzun süre bozulmadan kalan ve besin zinciri yoluyla insanlara kadar ulaşabilen pestisitlerin alerjik, karsinogenik, mutajenik ve teratojenik etkilerinin olduğu çeşitli canlılarda yapılan çalışmalarla gösterilmiştir [1,2].

Pestisitlerin mitoz ve mayoz bölünme üzerine sitolojik etkileri değişik araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarla gösterilmiştir [3-16]. Pestisitlerin kromozomlarda değişik tipte

* Corresponding author. Email address: skoca@adu.edu.tr

Dichlorvos'un (DDVP) *Alliumcepa* L. Kök Ucu Meristem Hücrelerinde Mitoz

hasar oluşturmaları bunların DNA ile herhangi bir şekilde etkileştiklerinin bir göstergesi olabilir [9,17,18].

Bu çalışmada ülkemizde en çok kullanılan insektisitlerden Dichlorvos'un sitotoksik ve genotoksik etkisinin belirlenmesi, bir bitkisel test sistemi olan Allium test ile saptanmaya çalışılmıştır. Allium test, mitotik hücrelerde kromozom aberasyonlarını incelemek için basit ve uygun bir yöntemdir [19]. Bu test, hem toksisiteyi hem de genotoksisiteyi belirlemek için kullanılabilir. Kök büyümesi oranının mitotik indeksle ilişkili olabileceği Liu ve ark. [20] tarafından belirtilmiştir.

MATERYAL VE METOD

Araştırma materyali olarak *Allium cepa* L. kullanılmıştır. Dichlorvos (DDVP)'un 2ml/L, 4 ml/L, 6 ml/L'lik dozları 12, 24 ve 48 saat olmak üzere üç farklı süre ile uygulanmıştır. Dozlar DDVP'nin ticari olarak önerilen, önerilenin yarısı ve iki katı olarak belirlenmiştir. Soğanlar çeşme suyunda $23^{\circ}\text{C} \pm 2$ de köklendirilmiştir. Kökler 1,5 – 2 cm olunca DDVP'nin belirlenen dozları ile 12, 24 ve 48 saat muamele edilmiştir. Kontrol grubu musluk suyunda köklendirilmiştir. Uygulamalar sonunda her bir soğana ait kök adedi sayılmış ve köklerin uzunlukları ölçülmüştür. Daha sonra kökler kesilmiş, etil alkol-glasiyel asetik asit (3:1) karışımında $+ 4^{\circ}\text{C}$ de 24 saat süre ile tespit edilmiştir. Kökler aseto-orsein ile boyanmış ve mikroskopta incelenmiştir. Mikroskopta incelemede her doz için 10 ar soğan kullanılmış, her bir soğandan 3 kök hesaba alınmış ve bir kökten 1000 adet hücre sayılmıştır.

Mikroskopta yapılan incelemeler sonucunda MI değeri hesaplanmıştır. Ayrıca bölünen hücrelerde fragment, anafaz köprüsü, kromozom yapışması, yanlış kutuplaşma ve mikronukleus oluşumu gibi kromozomal hasarlar saptanmış ve bu anormalliklerin fotoğrafları çekilmiştir. Elde edilen sonuçlar SPSS 12.0 programında independent t testi ile istatistiki olarak değerlendirilmiştir.

BULGULAR

DDVP'nin 2, 4, 6 ml/L'lik dozları 12, 24 ve 48 saat süre ile *A. cepa* köklerine uygulanmıştır. 72 saatlik gelişme periyodu sonunda soğanların her birinde ayrı ayrı olmak üzere ortalama kök sayıları ve kök uzunlukları belirlenmiştir. Sonuçlar çizelge 1' de gösterilmiştir. Kontrol grubunda ortalama kök sayısı 29.8 iken, uygulama yapılan grupların kök sayısında bir

azalma olduğu belirlenmiştir. SPSS 12.0 programında independent-samples t testi ile kontrol grubu ve uygulama grupları karşılaştırılmış ve gruplar arasında fark olduğu saptanmıştır. Uygulama sürelerine ait dozlar kendi aralarında karşılaştırıldığında fark olmadığı görülmüştür. Fakat uygulama dozuna ait süreler kendi aralarında karşılaştırıldığında 2ml/L, 4 ml/L, 6ml/L DDVP'nin 12 ve 24 saat uygulanması sonucu elde edilen veriler arasındaki fark önemsiz bulunurken, 12 ve 48 saat ile 24 ve 48 saat uygulama yapılan gruplar arasındaki fark önemli çıkmıştır. Buna göre, DDVP'nin farklı doz ve sürelerde soğan köklerine uygulanması sonucu elde edilen veriler kök sayısının genellikle uygulama süresine bağlı olarak azalma gösterdiği sonucunu vermektedir.

Çizelge 1. DDVP' nin *A. cepa* köklerine uygulaması sonucu meydana gelen ortalama kök uzunlukları ve sayılarındaki değişimler

Uygulama süresi	Doz (ml/L)	Ortalama kök sayıları uzunlukları (\pm SD)	Ortalama kök (mm) (SD)
Kontrol	0	29.8 (\pm 5,5)	28.7 (\pm 6,3)
12 saat	2	23.3 (\pm 2,9)*	26.0 (\pm 7,0)
	4	22.0 (\pm 6,9)*	23.9 (\pm 6,1)
	6	19.9 (\pm 4,8)*	19.5 (\pm 2,7)*
24 saat	2	21.5 (\pm 6,9)*	22.0 (\pm 3,2)*
	4	19.6 (\pm 5,7)*	18.5 (\pm 4,2)*
	6	20.9 (\pm 4,5)*	12.1 (\pm 2,6)*
48 saat	2	11.5 (\pm 4,4)*	6.2 (\pm 1,0)*
	4	11.6 (\pm 3,6)*	6.3 (\pm 1,8)*
	6	12.5 (\pm 3,0)*	5.6 (\pm 1,5)*

*P<0,05 olan durumlarda aradaki fark önem taşımaktadır.

Kontrol grubunda kök uzunluğu ortalama 28.7 iken tüm uygulama sürelerinde her bir dozda uzunluğun azaldığı görülmektedir. Kontrol grubu ile uygulama dozları arasında yapılan istatistiksel analizler 12 saatlik uygulamada sadece 6 ml/L DDVP'nin, 24 ve 48 saatlik uygulamalarda tüm dozların kök uzunluğuna etkisinin önemli olduğu sonucunu vermektedir (Çizelge 1). Uygulama dozuna ait süreler esas alınarak yapılan hesaplamalarda 12 saat 2 ml/L ve 24 saatlik 2 ml/L DDVP uygulaması arasında fark olmazken diğer tüm uygulama süresi grupları arasındaki fark önemli çıkmıştır. Uygulama sürelerine ait dozlar kendi aralarında karşılaştırıldığında ise; 12 saatlik uygulamada sadece 2 ml/L ve 6 ml/L DDVP, 24 saatlik uygulamada 2 ml/L ve 6 ml/L ile 4 ml/L ve 6 ml/L DDVP arasındaki fark önemli bulunurken, 48 saatlik uygulamada dozlar arasındaki farkın önemli olmadığı saptanmıştır.

Dichlorvos'un (DDVP) *Alliumcepa* L. Kök Ucu Meristem Hücrelerinde Mitoz

DDVP'nin farklı doz ve sürelerde soğanlara uygulanması bölünen hücre sayısını etkilemiş ve elde edilen verilere göre mitotik indeksin kontrole göre azaldığı tespit edilmiştir (Çizelge 2). SPSS 12.0 programında independent-samples t testi ile gruplardaki değerlerin karşılaştırılması sonucu elde edilen istatistik veriler mitotik indeks değerleri arasındaki farkın önemli olduğunu ortaya koymuştur. Buna göre; kontrol grubu ile tüm uygulama yapılan gruplar arasındaki fark önemli çıkmıştır. Bunun yanı sıra tüm uygulama sürelerine ait dozlar arasındaki fark önemsiz bulunurken, sadece 24 saat uygulama süresinde en düşük doz olan 2 ml/L DDVP ile 6 ml/L arasındaki fark önemli çıkmıştır. Uygulama dozuna ait süreler esas alınarak yapılan hesaplamalarda 12 ve 24 saat arasındaki fark önemsizken, 12 ve 48 saat ile 24 ile 48 saatlik uygulama süreleri arasındaki farkın önemli olduğu görülmüştür. Buna göre DDVP'nin farklı süre ve dozlarda *A. cepa* köklerine uygulanması sonucu, uygulama süresi arttıkça mitotik indeksin azaldığı fakat aynı süre içinde dozun artırılmasıyla mitotik indeksin etkilenmediği bulunmuştur.

DDVP'nin farklı süre ve dozlarda *A. cepa* köklerine uygulanması sonucunda kök ucu hücrelerinde fragment, anafaz köprüsü, yapışkanlık, yanlış kutuplaşma ve mikronükleus gibi çeşitli anormalliklerin meydana geldiği belirlenmiştir (Çizelge 2). Uygulanan tüm doz ve sürelerdeki hasarlı hücre oranı kontrol grubuna göre önemli oranda artmıştır. Bu artış genelde doz ve süre artışına paralellik göstermiştir.

Çizelge 2. DDVP' nin *A. cepa* köklerine uygulaması sonucu mitotik indeks ve meydana gelen kromozomal anormallikler

Uygulama süresi	Doz (ml/L)	T.H.S.	B.H.S	M.I.	F	AK	Y	YK	M	HH	%HH
Kontrol	0	30000	1830	6.1(±1.3)	3	--	5	12	--	20	1.09
12 saat	2	30000	1124	3.7(±1.2)*	14	--	18	54	--	86	7.65
	4	30000	1240	4.1(±0.8)*	16	4	25	65	--	110	8.87
	6	30000	1223	4.1(±0.7)*	24	7	19	69	2	121	9.89
24 saat	2	30000	1316	4.4(±0.5)*	32	6	32	59	1	130	9.88
	4	30000	1252	4.2(±0.8)*	25	12	28	75	--	140	11.18
	6	30000	1110	3.7(±0.7)*	52	13	53	72	6	196	17.66
48 saat	2	30000	838	2.8(±0.4)*	21	9	48	44	--	122	14.56
	4	30000	824	2.7(±0.3)*	48	5	36	62	3	154	18.69
	6	30000	779	2.5(±0.3)*	67	10	44	65	5	191	24.51

T.H.S.= Toplam hücre sayısı; B.H.S.=Bölünen hücre sayısı; M.I.= Mitotik indeks; F= Fragment; AK= Anafaz köprüsü; Y= Yapışkanlık; YK= Yanlış kutuplaşma; M= Mikronükleus; HH= Hasarlı hücre; %HH= Hasarlı hücre yüzdesi

*P<0,05 olan durumlarda aradaki fark önem taşımaktadır.

TARTIŞMA

Çalışmamızda bir insektisit olan DDVP'nin *A. cepa*'da mitoz bölünme ve kromozomlar üzerine olan etkilerinin araştırılmasının yanı sıra, kök sayısı ve kök uzunluğunda meydana gelen değişimlerde belirlenmiştir.

12, 24 ve 48 saat süresince 2ml/L, 4 ml/L ve 6 ml/L'lik DDVP'nin *A. cepa*'ya uygulanması neticesinde kök sayısı ve kök uzunluğu değişimine bakılmıştır (Çizelge 1). Sonuçların istatistiki değerlendirilmesi ile bu insektisit uygulamasına bağlı olarak kök sayısında azalmaya sebep olduğu görülmüştür. Kök sayısındaki bu azalmanın hasarlı hücre oluşumundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü kromozomlarda meydana gelen yapısal ve sayısal değişimlerden bazıları, köklerin uzamasını sağlayan hücrelerin ölümüne yol açabilmekte ve kökler deney süresi sonuna kadar uzamayıp sayım için değerlendirilemeyecek boyutta kalmaktadır. Nitekim 48 saatlik uygulama grubunda en az miktarda kök görülmüştür. Süreç olarak 72. Saatte sonlandırılan denememizde 48 saatlik uygulama grubu için soğanlara 24. Saatte DDVP verilmesi, büyümeyi sağlayan hücrelerin diğer gruplara göre daha erken öldüğünü düşündürmektedir. Bununla birlikte, mikroskopik incelemeler sonucu hasarlı hücre sayısının 48 saatlik uygulamada yüksek oranda çıkması ve bu grubun en az miktarda köke sahip olması, hasarlı hücre miktarının kök sayısı ile ilgili olduğu düşüncesini akla getirmektedir. Yıldız ve Arıkan [21] quilazofop-p-ethyl, Sharma ve Vig,[15] atrazine, avenoxan, diuron ve quilazofop-p-ethyl pestisitlerinin *A. cepa* köklerine uygulanması sonucu bu maddelerin kök büyümesini inhibe ettiğini belirtmişlerdir.

DDVP'nin üç farklı süre ve üç farklı dozda *A. cepa*'ya uygulanması sonucunda kök uzunlukları ölçülmüş ve kök uzunluğunun genellikle uygulama süresine bağlı olarak azalma gösterdiği saptanmıştır. Buna göre, kök uzunluğundaki bu azalmanın mitotik indeksteki (Çizelge 1) azalma ile bağlantılı olduğu ve hücre bölünmesinin engellenmesiyle köklerin uzamasının durduğu söylenebilir. En kısa köklerin ölçüldüğü 48 saatlik uygulama grubunda mitotik indeksin en düşük olduğu saptanmıştır. Sayısal verilerin birbirleriyle bağlantılı olması, mitotik indeksin düşmesinin kök uzunluğunda azalmaya sebep olduğu hakkındaki fikrimizi desteklemektedir.

Dichlorvos'un (DDVP) *Alliumcepa* L. Kök Ucu Meristem Hücrelerinde Mitoz

MI hücrel bölünmenin frekansını belirlemeye izin veren parametrelerden biri olarak düşünülebilir [22]. Çalışmamızda, DDVP'nin mitotik indekste azalmaya yol açtığı görülmüştür. MI deki azalma kontrolle karşılaştırıldığı zaman tüm doz ve sürelerde önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Benzer sonuçlar glyphos ve DDVP [13], cypermethrin [14], atrazine, avenoxan, diuron ve quilazofop-p-ethyl [15], acetamiprid [16] pestisitleriyle *A. cepa*'da yapılan çalışmalarda elde edilmiştir. Mitotik indeksteki düşüşün sebeplerinden birinin S-fazında DNA sentezinin engellenmesi olabileceği Sudhakar ve ark., [23] tarafından belirtilmiştir.

Bazı pestisitlerin anafaz köprüsü ve yapışkanlık oluşturduğu bir çok araştırmacı tarafından ortaya konmuştur [10,14,16,22,23,26,27]. Köprüler herhangi bir dış etki nedeniyle kromozom ya da kromatidlerde oluşabilecek kırıklar ve yeniden yapışmalar sonucunda, anafazda kromozomların veya kromatidlerin kutuplara çekilmesi sırasında ortaya çıkmaktadır. Yapışkanlık ise, metafazda kromatidlerin metafaz düzleminde kümeleşerek, birbirlerinden ayrılmamaları şeklinde tanımlanmaktadır. Bazı araştırmacılar, yapışkanlıkların artmasının herbisitlerin kromozomal proteinleri etkilemesinden kaynaklandığını ileri sürmektedir [28,29]. Yapışkanlıklar, kromatid tip aberasyon olarak dikkate alınırken [28,30], köprüler ve fragmentler kromozomlardaki yapısal değişiklikler olarak ele alınmaktadır [31]. Bizim çalışmamızda da DDVP'nin anafaz köprüsü ve yapışkanlık oluşturduğu görülmüştür (Çizelge 2).

Fragmentler, kromozomların normal koşullar dışında fiziksel ya da kimyasal ajanlarla etkilenmeleri sonucunda kırılmaları ile ortaya çıkar. Pestisitlerin kırılmaları neden oldukları pek çok araştırmacı tarafından saptanmıştır [9,32,33]. *Vicia faba*'da kromozomların belirli bölgelerinin kimyasal maddelerle öncelikle reaksiyona girdiği ve bu bölgelerin kırılma bölgeleri olduğu bildirilmiştir [34]. Rieger ve ark., [35] kromozomlarda heterokromatik bölgelerin öncelikle kırıldığını bildirmişlerdir. DDVP'de *A. cepa* kök ucu meristem hücrelerinin kromozomlarında kırılma ve fragmentlere neden olmuştur (Çizelge 2). Bu durumda bu maddenin de özellikle heterokromatik bölgeler üzerinde etkili olduğu söylenebilir.

Pathak ve ark., [36] klastojen ajanların bazılarının doğrudan DNA'ya etki etmediğini, kromozom yapışkanlığı nedeniyle dolaylı etki gösterdiklerini ileri

sürmüşlerdir. DDVP'nin de kromozomlarda yapışkanlık meydana getirmesi bu pestisit'in klastojenik bir ajan olarak kabul edilmesini gerektirmektedir.

Pestisitlerin iğ iplikleri üzerinde etkili olması sonucunda C-mitoz oluşmakta ve buna bağlı olarak poliploidi ve anöploidi meydana gelmektedir. İğ ipliklerinin tamamen parçalanması ile multipolaranafaz oluşurken, iğ ipliği oluşumunun kısmen engellenmesi ile kalgın kromozomlar ve bunun sonucu olarak da mikronukleuslar meydana gelmektedir [37]. Mikronukleuslar, normal iğ fonksiyonunun yerine getirilememesiyle oluşan asentrik kromozom fragmentlerinin bir sonucudur. Chauhan ve ark., [38] mikronukleusların, genotoksik ajanların in vivo ve in vitro potansiyellerini belirlemede önemli bir etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir. Chauhan ve Sandararaman[39]mikronukleusların sonraki mitotik bölünmelerde anöploid ve poliploid hücrelere yol açtığını ve böylece mutasyonlara sebep olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda az da olsa mikronükleusların görülmüş olması bu pestisit'in iğ ipliği oluşumunu engellediğinin bir göstergesi olabilir. Çeşitli pestisitlerin benzer etkiler gösterdiğini gösteren araştırmalar bulunmaktadır [13,14,16].

Araştırmamız DDVP'nin *A. cepa* kök ucu meristem hücrelerinde hücre bölünmesini olumsuz etkilediğini ve kromozomlarda çeşitli anormalliklere neden olduğunu göstermiştir. Bulgularımız, pestisitlerin mitotik indeksi azaltan ve kromozomlarda hasarlara sebep olduğunu gösteren diğer çalışmalarını desteklemektedir.

Elde ettiğimiz bulgular yurdumuzda ve özellikle yoğun tarım yapılan bölgelerde yaygın olarak kullanılan bu insektisit'in uygulama süresi ve doz arttıkça olumsuz etkilerinin arttığını, hedef dışı canlılar üzerinde de zararlı etkilerinin olduğunu ve böylece insanlara kadar uzanacak zararlarının olabileceğini göstermektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı birinci araştırmacının yüksek lisans tez projesi olarak (FEF-06007) destekleyen ADÜ Bilimsel Araştırma Projelerine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Vural, N. Toksikoloji. Ank. Üni. Ecz. Fak. Yay. No:56. Ankara. 1984.
2. Asal, S. Bazı pestisitlerin mutajenik etkileri üzerine araştırmalar. Doęa Bil. Derg. 2: 72-78, 1985.
3. Al-Najjar, N.,Soliman, A.S. Cytological effects of herbicides. I. Effect of 2,4-D and 2,4,5-T on meiotic cells of wheat and two related species. Cytologia, 47: 54-61, 1982.
4. Bilaloğlu R. Gromoxone, Afolon ve Korthion'un hücre bölünmesi ve kromozomlar üzerine etkileri. Cum. Üniv. Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Derg. 3: 191-204, 1985.
5. Bilaloğlu, R.,Özörgücü, B. Stomp'un *Allium cepa* L.dasitolojik etkileri. C.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Derg. 7: 129-138, 1988.
6. Koca, S., Bilaloğlu, R. 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid'in Schistocercagregaria Forskal (Acrididae: Orthoptera) erkeklerinde kiazma frekansı ve meiotik bölünmeye etkileri. IX. Ulusal Biyoloji Kongresi. 1: 287-293, 1988.
7. Koca, S., Türkoęlu, ř. Daminozid ve Dipterex'in *Vicia faba* L.'da mitoz bölünme ve kromozomlar üzerine etkileri. Cum. Üniv. Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Derg. 18: 53-62, 1995.
8. Koca, S., Bilaloğlu, R. Maleik Hidrazid'in *Chorhippus dorsatus* ve *Ch. brunneus* (Acrididae: Orthoptera) erkeklerinde kiazma frekansı ve meiotik bölünme üzerine etkisi. C.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Derg. 19: 1-9, 1996.
9. Türkoęlu, ř., Koca, S. The effects of Paraquat (Gramoxone) on mitoticdivision, chromosomes and DNA amount in *Vicia faba* L. C.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Derg. 21: 49-55, 1999.
10. Yüzbařioęlu, D. Cytogenetic effects of fungicide Afugan on the meristematic cells of *Allium cepa* L.Cytologia, 68(3): 237-243, 2003.
11. Çelik M., Yüzbařioęlu D., Ünal F., Arslan O. and Kasap R. Effects of Dinocap on themitosisof *Allium cepa* L., Cytologia, 70 (1): 13-22, 2005.
12. Saxena, P.N.,Chauhan, L.K.S., Gupta, S.K. Cytogenetic effects of commerical formulation of Cypermethrin in root meristem cells of *Allium sativum*: Spectroscopic basis of chromosomedamage. Toxicology, 216: 244-252, 2005.
13. Fındıklı, Z., Türkoęlu, ř. Glyphos ve DDVP' nin *Allium cepa* L.' da mitoz bölünme ve kromozomlar üzerine etkisi. Cum. Üniv. Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Derg. 31 (2): 49-62, 2010.
14. Çavuşoğlu, K., Kaya, A., Yılmaz, F., Yalçın, E. Effects of cypermethrin on *Allium cepa*. Environmental Toxicology, 27(10): 583-589, 2012.
15. Sharma, S.,Vig, A.P. Genotoxicity of Atrazine, Avenoxan, Diuronand Quilazofop-Pethylherbicides using the *Allium cepa* Root Chromosomal Aberration Assay. Terrestrial and Aquatic Environmental Toxicology, 6(2):90-95, 2012.
16. Nag, S., Dutta, R., Pal, K.K. Chromosomal aberrations induced by acetamidiprid in *Allium cepa* L. root meristem cells. Indian J. Fundamental and Applied Life Science, 3(2): 1-5, 2013.
17. Tomkins, D.J., Grant, W.F. Comparative cytological effects of the pesticides Menazon, Metrobromuron and Tetrachloro isophthalo nitrile in *Hordeum and Tradescantia*. Can. J. Genet. Cytol.14: 245-256, 1972.

18. Bilaloğlu, R. 2,4-D'nin *Vicia faba* L.'daki asma frekansına ve meiotik bölünmeye etkisi. C.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Derg. 7: 151-163, 1988.
19. Rank, J.,Nielsen, M.H. *Allium cepa* anaphase-telophase root tip chromosome aberration assay on Nmethyl Nnitrosourea, maleichydrazide, sodiumazide, and ethylmethane sulfonate. Mutation Research, 390: 121-127, 1997.
20. Liu, D.,Jiang, W., Li, M. 1992. Effects of trivalent and hexavalent chromium on root growth and cell division of *Allium cepa*. Hereditas, 117: 23-29, 1992.
21. Yıldız, M., Arıkan, E.S. Genotoxicity testing of quizalofop-P-ethylherbicide using the *Allium cepa* anaphase-telophase chromosome aberration assay. Caryologia, 61(1): 45-52, 2008.
22. Marcano, L.,Carruyo, I., Del Campo, A. and Montiel, X. Cytotoxicity and mode of action of maleichydrazide in root tips of *Allium cepa*L. Environmental Research, 94:221-226, 2004.
23. Sudhakar, R.,Ninge Gowda, K.N. and Venu, G.Mitotic abnormalities induced by silk dyeing industry effluents in the cell of *Allium cepa*. Cytologia,66:235-239, 2001.
24. Wu, K.D., Grant, W.F. Morphological and somatic chromosomal aberrations induced by pesticides in Barley (*Hordeum vulgare*). Can. J. Genet. Cytol. 8: 481-501, 1966.
25. Wu, K.D., Grant, W.F. Chromosomal aberrations induced by pesticides in meiotic cells of Barley. Cytologia, 32: 31-42, 1967.
26. Tomkins, D. J., Grant, W. F. Monitoring natural vegetation for herbicide induced chromosomal aberrations. Mutation Research, 36: 73-84, 1976.
27. Yüzbaşıoğlu, D.,Ünal, F., Sancak, C., Kasap, R. Cytological effects of the herbicideracer "flurochloridone" on *Allium cepa*. Caryologia, 56(1): 97-105, 2003.
28. Klusterska, I., Natarajan, A.T., Ramel, C. An interparation of the origin of subchromatid aberrations and chromosomes tickiness as a category of chromatid aberrations. Hereditas, 83: 153-162, 1976.
29. Badr, A.,Ibrahim, A.G. Effect of herbicide Glean on mitosis, chromosomes and nucleic acids in *Allium cepa* and *Vicia faba* root meristems. Cytologia,52: 293-302, 1987.
30. Badr, A. Effect of s-triazine herbicide terbutryn on mitosis chromosomes and nucleic acids in root tips of *Vicia faba*. Cytologia, 51:571-578, 1986.
31. El-Ghamery, A. A., El Nahas, A. I., Mansour M. M. The action of atrazine herbicide as an inhibitor of cell divisions on chromosomes and nucleic acids content in root meristems of *Allium cepa* and *Vicia faba*. Cytologia 65: 277-287, 2000.
32. Amer, S.M., Farah, O.R. Cytological effects of pesticides. VII. Mitotic effects of Isopropyl-N-phenyl carbamate and Duphar. Cytologia, 40: 21-29, 1974.
33. Wang, J.J.,Cheng, W.X., Ding, W., Zhao, Z.M. The effect of the insecticide Dichlorvos on esterase activity extracted from the psocids, *Liposcelis bostrychophila* and *L. entomophila*. Journal of. InsectScience. 4 (23): 5pp, 2006.
34. Rieger, R., Michael, A. Effects of chromosome repottering in *Vicia faba* L. aberration, distribution, aberration spectrum and karyotype sensitive after treatment with ethanol of differnt lyre constructed chromosome complements. Biol. Zent. 92: 151-169, 1972.

35. Rieger, R., Nicolof, H., Michaelis, A. Intro chromosomal clustering of chromatic aberrations induced by N-Methyl-N-NitrosoUrethan in *Vicia faba* and Barley. Biol. Zent. 92: 681-189, 1973.
36. Pathak, S., McGill, M., Hsu, T.C. Actinomycin-D effect on mitosis and chromosomes. Sticky chromatids and localized lesions. Chromosoma, 50: 79-88, 1975.
37. Nasta, A., Gunther, E. Mitose anomalien bei *Allium cepa* und *Hordeum vulgare* nach Einwirkung eines Carbamatherbizids. Biol. Zbl. 92: 27-36, 1973.
38. Chauhan, L.K.S., Dikshith, T.S.S., Sundararaman, V. Effect of Deltamethrin on plant cells. I. Cytological on the root meristem cells of *Allium cepa*. Mutation Research, 171: 25-30, 1986.
39. Chauhan, L.K.S., Sundararaman, V. Effects of substituted ureas on plant cells. I. Cytological effects of Isoproturon on the root meristem cells of *Allium cepa*. Cytologia, 55: 91-98, 1990.