

## Farklı Oksinlerin Turp (*Raphanus sativus* L.) Yumrusunun Anatomik Yapısı ve Gelişimi Üzerine Etkileri\*

Şermin SAVAŞ KAYA<sup>1</sup> H. Nurhan BÜYÜKKARTAL<sup>1</sup> Gönül ALGAN<sup>1</sup> Tunç ERCOŞKUN<sup>1</sup>

Geliş Tarihi: 25.11.2004

**Öz :** Kırmızı fındık turpunun yaprak sapına uygulanan oksin ve sentetik oksinlerin bitkinin morfolojisi ve yumru anatomisi üzerine etkileri incelenmiştir. Yumru çapı, yumru uzunluğu, ve ağırlığı, kazık kök uzunluğu ve ağırlığı, yaprak uzunluğu ve ağırlığı IAA, IBA, NAA ve 2,4 – D uygulamaları ile artmıştır. En fazla artış IAA uygulamasında görülmüştür. Oksin ve sentetik oksinler; kambiyum hücre sayılarını artırmıştır ve en fazla artış NAA uygulamasında olmuştur. Merkezi silindirik bölge kalınlığını artırmıştır ve en fazla artma IAA uygulamasında görülmüştür. Odunlaşmış ksilem hücre sayılarını artırmıştır. En fazla artma IBA ve 2,4 - D uygulamalarında görülmüştür. Odunlaşmış ksilem hücre çapları IBA ve NAA hormon uygulamalarında kontrollere göre artmıştır. Odunlaşmış ksilem hücre çapları IAA ve 2,4 – D hormon uygulamalarında kontrollere göre azalmıştır. Odunlaşmamış ksilem parankima hücre çaplarını artırmıştır. En fazla artış IAA uygulamasında görülmüştür. Korteks bölge kalınlığını artırmıştır ve en fazla artma NAA uygulamasında görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler :** *Raphanus sativus* L., yumru, kambiyal aktivite, IAA, IBA, NAA, 2,4 - D

## The Effects of Different Auxins on Anatomical Structure and Development of Radish Tubers (*Raphanus sativus* L.)

**Abstract :** Examination on the effect of petiole application of auxin and synthetic auxin on morphology and tuber anatomy of radish plant. Tuber diameter, tuber length and weight, taproot length and weight, leaf length and weight were increased with application of IAA, IBA, NAA and 2.4-D. The upmost increase was occurred with IAA appliance. Cambium cell numbers were increased. The upmost increase was observed in NAA appliance. Central cylinder zone thickness were enlarged. The upmost increase was observed in IAA appliance. Lignified xylem cell numbers were increased. The upmost increase was observed IBA and 2.4-D appliance. Lignified xylem cell diameters were increased IBA and NAA appliance. On the other hand, lignified xylem cell diameters were decreased with IAA and 2.4-D appliance. Unlignified xylem parenchyma cell diameters were increased in auxin and synthetic auxins appliance. The upmost increased was observed in IAA appliance. Cortex zone thickness were increased. The upmost increase was observed in NAA appliance.

**Key Words :** *Raphanus sativus* L., tuber, cambial activity, IAA, IBA, NAA, 2,4 –D

### Giriş

Hormonların bitkilerdeki fizyolojik etkileri çok karmaşıktır. Hormonlar doku oluşumunu teşvik ettiği gibi kambiyum aktivitesini kontrol etme yönünden de önemli rol oynamaktadırlar. Oksinler bir çok doku sistemlerinde hücre büyümesini kontrol eden İndol -3-asetik asite bağlı bileşikler grubudur. Oksinlerle yapılan araştırmaların çoğu, oksinlerin ya tek başına veya diğer büyüme maddeleri ile birlikte kullanılmaları yoluyla gerçekleştirilmiştir. Bitki gövdesi üzerinde yapılan çalışmalarda bitki büyüme maddeleri bitkinin belirli bölgelerine ya doğrudan uygulanarak (Haşimoto 1961, Digby ve Wareing 1966, Robarts ve ark. 1969, Shininger 1971, Oppenoorth 1976, Denne ve Wilson 1977, Harrison ve Klein 1979) ya da doku kültürü denemeleri yapılarak verilmiştir (Phillips ve Dodds 1977, Zakrzewski 1991).

Çalışmamızda, bir bitki büyüme maddesi olan oksin ve türevlerini lanolinle birlikte bitkinin yaprak sapına direkt uygulamak suretiyle, bu maddelerin turp bitkisinin gelişimine özellikle de bitkinin yumru gelişimine olan etkilerini incelenerek, morfolojik ve anatomik farklılıkların ortaya konması amaçlanmıştır.

### Materyal ve Yöntem

Araştırma materyali olan turp (*Raphanus sativus* L.) çeşitlerinden 8-TR-17 (Kırmızı fındık turpu) çeşidine ait tescilli tohumlar Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsünden temin edilmiştir.

**Denemeye alınan 8-TR-17 turp çeşidinin özellikleri :** Bitki yaprakları geniş, gövdeye yakın kısım parçalı, kenarları ondüleli, uzun, normal, yeşil renkte, dağınık ve yatıktır. Meyve yuvarlaktır. Kabuk rengi; açık kırmızı, et rengi; beyaz, baharlı, sulu, hafif acı ve lezzetli fındık turpudur. Turplar Cruciferae familyasına dahil bir veya iki yıllık sebzelerdir.

Günümüzde turplardan birçok hastalıklara karşı ilaç olarak yararlanılmaktadır. Özellikle, böbrek ve safra kesesinde taş düşürmede, ses kısıklığında, bademcik iltihaplarında, romatizmada ayrıca sıkılarak elde edilen suyunun öksürük ve bronşit hastalıkları üzerindeki etkisi herkes tarafından bilinmektedir. Cilt üzerinde de olumlu etkisi vardır. Deneme Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi

\* Yüksek Lisans Tezinden hazırlanmıştır.

<sup>1</sup> Ankara Üniv. Fen Fak. Biyoloji Bölümü-Ankara

Biyoloji Bölümü Botanik bahçesinde bu amaca yönelik olarak ayrılmış olan bir alanda yapılmıştır. Bitkilere IAA, IBA, NAA, 2,4-D (w/w)10 ppm'lik Konsantrasyonlarda lanolin macun şeklinde uygulanmıştır. Bitkilere 5 yapraklı evrede 24 saat uygulama yapılmış ve bu üç defa olmak üzere tekrarlanmıştır. Turplar, 10 yapraklı evrede, elle tutulup çekilerek hasat edilmiştir (Günay 1984). Her grup için ayrı olarak 15 bitki üzerinde ölçüm yapılmış ve aşağıdaki özellikler tespit edilmiştir:

**1.Yumru çapı:** Yumru yuvarlak olduğundan yumrunun en geniş yerinden ölçüm alınmıştır.

**2.Yumru uzunluğu:** Kök boğazı ile kazık kökün başlangıç noktası arasındaki uzunluk alınmıştır.

**3. Yumru ağırlığı:** Bitkinin kök boğazının altında kalan kısım yani yumrusu tartılmıştır. Kök kısmı yumrudan ayrılmıştır (Talay 1983).

**4.Kazık kök uzunluğu:** Sadece yumrudan kesilerek ayrılan kök boyu ölçülmüştür.

**5. Kazık kök ağırlığı:** Sadece yumrudan kesilerek ayrılan kökler tartılmıştır.

**6. Yaprak uzunluğu:** Bitkinin toprak altı ve toprak üstü organı kesilerek birbirinden ayrılmış ve yaprak boyu ölçülerek yaprak uzunluğu olarak değerlendirilmiştir.

**7. Yaş yaprak ağırlığı:** Bitkinin toprak altı ve toprak üstü organı kesilerek birbirinden ayrılmış ve sadece toprak üstü organı tartılarak yaş yaprak ağırlığı olarak değerlendirilmiştir.

Turp yumrusunun merkezinden geçecek şekilde enine alınmış 4 cm kalınlığında daire şeklindeki parça, dairelerin merkezinden geçmek üzere 8 eşit parçaya ayrılmış ve bu ayrılan materyallere parafin metodu uygulanmıştır. Kesitler safranin-hızlı yeşil boyama metoduna göre boyanmıştır (Algan 1981). Doku ve hücre genişlikleri ölçülmüştür. Bütün merkezi silindirdaki odunlaşmış ksilem hücreleri ile kambiyal zonun içerdiği radyal sıradaki hücreler sayılmıştır. Merkezi silindir ve korteks bölge kalınlıklarının şekilleri mikroskoptan çizilmiş ve hücrelerin fotoğrafları; Leitz phanphot mikroskop ve buna bağlı Leitz orthomat-W tam otomatik fotoğraf cihazı kullanılarak çekilmiştir.

Bütün deneme sonuçları varyans analizine bağlı olarak Duncan testine göre istatistiksel olarak karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

## Bulgular

Kontrol ve 10 ppm IAA, IBA, NAA, 2,4-D uygulanmış bitkilerin dış morfolojileri Şekil 1' de görülmektedir.

**Yumru gelişimine olan etkiler:** Yumru çapında en fazla artış IAA hormonu uygulanmış bitkilerin yumrularında meydana gelmiştir. IAA ve IBA hormonu uygulanmış bitkilerin yumru çapları arasındaki fark istatistiksel olarak ( $P<0.05$ ) önemli bulunmamıştır. Kontrol bitkilerde ortalama yumru çapı 0.7567 cm, IAA' da 3.105 cm, IBA' da 2.8107

cm, NAA' da 2.191 cm ve 2,4-D' de 1.900 cm olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre kontrol bitkiler ve 10 ppm IAA, IBA, NAA, 2,4-D uygulanmış bitkilerde yumruların ortalama çapları arasında  $p<0.05$  düzeyinde önemli artışlar görülmüştür (Çizelge 1, Şekil 1). Yumru uzunlukları üzerinde de en fazla artış IAA hormon uygulaması sonucunda meydana gelmiştir. IBA hormonunun yumru uzunluğu üzerindeki etkisi de istatistiksel olarak IAA hormonu ile aynı bulunmuştur. Bu sonuçlara göre; kontrol bitkiler ve 10 ppm IAA, IBA, NAA, 2, 4-D uygulanmış bitkilerde yumruların ortalama ağırlıkları arasında önemli artışlar görülmüştür. Duncan testine göre bu artışlar  $p<0.05$  oranında önemli bulunmuştur.

**Kazık kök gelişimine olan etkiler :** Kazık kök uzunluğu IAA, IBA ve NAA hormon uygulamalarında kontrole göre önemli derecede artmıştır. Buna karşın 2,4-D hormonunun etkisi istatistiksel olarak kontrole aynı bulunmuştur. Kazık kök uzunluğu kontrol bitkilerde ortalama 9.560 cm, IAA' da 11.960 cm, 10 ppm IBA' da 11.480 cm, 10 ppm NAA' da 11.840 cm, 10 ppm 2,4-D' de 9.567 cm olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre kontrol bitkiler ve 10 ppm IAA, IBA, NAA uygulanmış bitkilerde kazık köklerin ortalama uzunlukları arasında önemli artışlar görülmüştür. Duncan testine göre bu artışlar  $p<0.05$  oranında önemli bulunmuştur. Kazık kök uzunluğunda en fazla artış IAA hormon uygulaması sonucunda meydana gelmiştir. BA ve NAA hormon uygulamaları sonucunda kazık kök uzunluğunda meydana gelen artışlar istatistiksel olarak IAA hormon uygulaması ile aynı bulunmuştur (Çizelge 2, Şekil 1).

Bitkilerin kazık kök ağırlığında ise en fazla artış IAA hormon uygulaması sonucunda meydana gelmiştir. NAA hormon uygulamasının kazık kök ağırlığı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak ( $P<0.05$ ) IAA hormonu ile aynı bulunmuştur. Kazık kök ağırlığı kontrol bitkilerde ortalama 0.05800 g, 10 ppm IAA' da 0.3587 g, 10 ppm IBA' da 0.2273 g, 10 ppm NAA' da 0.2847 g, 10 ppm 2,4-D' de 0.1687 g olarak hesaplanmıştır. Buna göre kontrol bitkiler ve 10 ppm IAA, IBA, NAA uygulanmış bitkilerde kazık köklerin ortalama ağırlıkları arasında önemli artışlar görülmüştür ( $p<0.05$ ) (Çizelge 2).

**Yaprak gelişimine olan etkiler:** Yaprak uzunluğunda en fazla artış IAA hormon uygulaması sonucunda meydana gelmiştir. Yaprak uzunluğu kontrol bitkilerde ortalama 13.720 cm, IAA' da 18.127 cm, IBA' da 17.700 cm, NAA' da 15.487 cm ve 2,4-D' de 15.200 cm olarak hesaplanmıştır. IBA hormon uygulamasının yaprak uzunluğu üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak IAA hormonu ile aynı olduğu bulunmuştur. Bu sonuçlara göre ortalama yaprak uzunlukları 10 ppm IAA ve IBA uygulanmış bitkilerde kontrol bitkilere göre  $p<0.05$  önem derecesinde artmıştır.

Bitkilerin yaprak ağırlıklarında da en fazla artış IAA hormon uygulaması sonucunda meydana gelmiştir. IAA ve IBA uygulanmış bitkilerde yaprak ağırlıkları arasındaki fark istatistiksel olarak ( $P<0.05$ ) önemli bulunmamıştır. Bitkilerde yaprak ağırlığı ortalama kontrolde 1.847 g, IAA' da 13.56 g, IBA' da 6.935 g, NAA' da 4.767 g ve 2,4-D' de 3.469 g olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3).

Şekil 1. Kontrol bitkilerin ve 10 ppm IAA, IBA, NAA ve 2,4-D uygulanmış bitkilerin morfolojik yapısı. a- yapraklar, b- yumru, c- kazık kök

Çizelge 1. Kontrol bitkiler ve 10 ppm IAA, IBA, NAA, 2,4-D uygulanmış bitkilerin yumru çaplarının, uzunluklarının ve ağırlıklarının ortalama değerleri

Grup	Yumru çapı(cm)	Duncan grup	Yumru uzunluğu (cm)	Duncan Grup	Yumru ağırlığı (gr)	Duncan grup
Kontrol	0.7567±0.0656	C	1.467±0.105	C	0.493±0.107	D
IAA	3.105± 0.117	A	2.9327±0.057	A	14.21±1.12	A
IBA	2.8107±0.0872	A	2.650±0.103	A	10.87±1.07	B
NAA	2.191±0.196	B	2.088±0.156	B	6.53±1.37	C
2,4-D	1.900±0.148	B	1.907±0.113	B	4.51±1.08	C

Çizelge 2. Kontrol bitkiler ve 10 ppm IAA, IBA- NAA, 2,4-D uygulanmış bitkilerin kazık kök uzunluklarının ve ağırlıklarının ortalama değerleri

Grup	Kazık kök uzunluğu (cm)	Duncan grup	Kazık kök ağırlığı (gr)	Duncan grup
Kontrol	9.560±0.479	B	0.05800±0.00603	C
IAA	11.960±0.593	A	0.3587±0.0460	A
IBA	11.480±0.348	A	0.2273±0.0238	B
NAA	11.840±0.478	A	0.2847±0.0696	AB
2,4-D	9.567±0.593	B	0.1687±0.0355	A

**Anatomik incelemeler:** *Raphanus sativus* L.' de yumrunun dış yüzeyini periderm kaplar. Peridermin altında korteks hücreleri bulunur. Floem ve ksilem arasında da kambiyal bölge yer almaktadır. Öz bölgesinde; primer ksilem yer almasına rağmen sekonder ksilem dağınık gruplar halinde yumrunun her tarafına dağılmış olarak bulunmaktadır. Sekonder ksilem dağınık gruplar halinde odunlaşmış hücreler ile odunlaşmamış ksilem parankimasından meydana gelmiştir. Bütün hormon uygulamaları sonucunda yumruların kambiyum, merkezi silindir ve korteks bölgelerinde farklılıkların ve kontrollere göre artışların olduğu belirlenmiştir (Şekil 2).

**Kambiyuma olan etkiler:** 10 ppm olarak uygulanmış olan oksin ve türevlerinin kambiyal bölgedeki hücrelerin yaygın şekilde bölünmelerini uyardığı ve hücre sıralarını artırdığı görülmüştür. Hormon uygulamaları ile kambiyum hücrelerinin ışınsal eksen uzunluğu düzenli bir şekilde azalmasına karşılık, hücrelerin teğetsel eksen uzunluğu 2,4-D hormon uygulamaları hariç diğer 3 hormon (IAA, IBA, NAA) gruplarında artmıştır. Kontrol bitkilerin yumrularından alınan enine kesitlerde, kambiyum halkasının sürekli olmadığı ve geniş ışın demetleri ile kesildiği görülmüştür (Şekil 3). Kambiyal bölgenin içerdiği radyal sıradaki hücrelerin sayısı ortalama 4.08 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4).

IAA uygulanmış bitkilerin yumrularındaki kambiyum halkasının sürekli olmadığı ve geniş ışın demetleri ile kesildiği görülmüştür (Şekil 4). Kambiyal zondaki hücre sırasının ortalama değeri 8.48 olarak hesaplanmıştır. (Çizelge 4). Kambiyum halkasının sürekli olmadığı ve geniş ışın demetleri ile kesildiği IBA hormonu uygulanmış bitkilerin yumrularında da görülmüştür. (Şekil 5). IBA uygulanmış bitkilerin yumrularında kambiyal bölgenin içerdiği radyal sıradaki hücrelerin sayısı ortalama 7.84 olarak hesaplanmıştır. (Çizelge 4). NAA uygulanmış bitkilerin yumrularında ise kambiyum halkasının sürekli olduğu görülmüştür (Şekil 6). NAA uygulanmış bitkilerin yumrularında kambiyal zondaki hücre sayısı ortalama 9.44 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4). 2,4-D hormonu uygulanmış bitkilerin yumrularındaki kambiyum halkasının da enine kesitte sürekli olduğu görülmüştür (Şekil 7). 2,4-D uygulanmış bitkilerin yumrularında kambiyal zondaki hücre sırasının ortalama değeri 6.0 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4).

Kontrol bitkiler ve 10 ppm IAA, IBA, NAA, 2,4-D uygulanmış bitkilerde kambiyal bölgedeki hücrelerin ortalama sayıları arasında önemli artışlar görülmüştür. Duncan testine göre bu artışlar  $p < 0.05$  oranında önemli bulunmuştur. Kambiyal bölgenin ihtiva ettiği radyal sırada hücre sayılarında en fazla artışa NAA hormonu neden olmuştur.

Kambiyal bölgedeki hücre sıralarının artmasına karşılık, hücrelerin ışınsal eksen uzunluklarında düzenli bir azalma görülmüştür. Işınsal eksen uzunluklarında görülen bu azalmaya karşılık hücrelerin teğetsel eksen uzunluklarında ise 2,4-D hormon uygulaması hariç IAA, IBA ve NAA uygulamalarında, kambiyum hücre sayısının artışına paralel olarak bir artma görülmüştür. Yapılan ölçümlerde kambiyum hücrelerinin ışınsal eksen uzunlukları kontrol bitkilerde ortalama 13.156  $\mu$ , IAA' da 10.764  $\mu$ , IBA' da 11.408  $\mu$  NAA' da 8.004  $\mu$  ve 2,4-D' de ise 12.052  $\mu$  olarak hesaplanmıştır. En fazla azalma NAA hormonunda görülmüştür. Kontrol bitkiler ve 10 ppm IAA, IBA, NAA, 2,4-D uygulanmış bitkilerde kambiyal hücrelerin ışınsal eksenlerinin ortalama uzunlukları arasında önemli azalmalar görülmüştür. Bu azalmalar  $p < 0.05$  oranında önemli bulunmuştur (Çizelge 4).

Kambiyal hücrelerin teğetsel eksen uzunlukları ise kontrol bitkilerde ortalama 19.104  $\mu$ , IAA' da 22.838  $\mu$ , IBA' da 21.494  $\mu$ , NAA' da 23.700  $\mu$  ve 2,4-D' de 17.755  $\mu$  olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre kontrol bitkiler ve 10 ppm IAA, IBA, NAA uygulanmış bitkilerde kambiyum hücrelerin teğetsel eksenlerinin ortalama uzunlukları arasında önemli artışlar görülmüştür. Bu artışlar  $p < 0.05$  oranında önemli bulunmuştur. Kambiyum hücrelerinin teğetsel eksen uzunluğunda en fazla artışa NAA hormonu neden olmuştur.

**Merkezi silindire olan etkiler :** Merkezi silindir kalınlığı kontrol bitkilerde ortalama 3911.0  $\mu$ , IAA' da 12721  $\mu$ , IBA' da 10012.8  $\mu$ , NAA' da 7450.4  $\mu$  ve 2,4-D' de 6027.8  $\mu$ , olarak tespit edilmiştir. 10 ppm IAA, IBA, NAA, 2,4-D uygulanmış bitkiler ve kontrol bitkilerin merkezi silindir kalınlığı arasında önemli artışlar görülmüştür. Bu artışlar  $p < 0.05$  oranında önemli bulunmuştur. Merkezi silindirin kalınlığında en fazla artış IAA hormon uygulaması sonucunda meydana gelmiştir (Çizelge 6, Şekil 2). Kontrol bitkilerin yumrularında merkezi silindir hücreleri küçük olmasına karşılık, hormon uygulanmış olan bitkilerin yumrularında ise merkezi silindir hücreleri büyüktür. Kontrol bitkilerin yumrularında odunlaşmış ksilem elemanlarının sayısı ortalama 67.04 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 5) ve bu elemanların tek tek dizilmiş olduğu görülmüştür (Şekil 3). IAA uygulanmış bitkilerin yumrularında ise odunlaşmış ksilem elemanlarının sayısı ortalama 267.84 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 5). IAA uygulamaları sonucunda her iletim demetinde birer tane odunlaşmış ksilem elemanlarının var olduğu görülmesine karşılık iletim demetlerinin sadece birkaçında da 2 veya 3 tane odunlaşmış ksilem elemanlarının bulunduğu ve bunlarında daha çok kambiyuma yakın bölgelerde yer aldığı tespit edilmiştir. IBA uygulanmış bitkilerin yumrularında odunlaşmış ksilem elemanlarının sayısı ortalama 523,6 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 5). IBA' nın kambiyuma yakın bölgelerde fazla

Çizelge 3. Kontrol bitkiler ve 10 ppm IAA, IBA, NAA, 2,4-D uygulanmış bitkilerin yaprak uzunluklarının ve ağırlıklarının ortalama değerleri

Grup	Yaprak uzunluğu(cm)	Duncan grup	Yaprak ağırlığı (gr)	Duncan grup
Kontrol	13.720±0.452	B	1.847±0.116	B
IAA	18.127±0.630	A	13.56±5.99	A
IBA	17.700±0.578	A	6.935±0.634	AB
NAA	15.487±0.794	B	4.767±0.525	B
2,4-D	15.200±0.914	B	3.469±0.672	B

Şekil 2. a) Kontrol bitkiler ve 10 ppm b) IAA, c) IBA, d) NAA ve e) 2,4-D uygulanmış bitkilerin yumrularından alınan enine kesitlerde kambiyum, merkezi silindir ve korteks bölgeleri. (Bar = 1mm) K- Kambiyum, M- Merkezi silindir, Ko- Korteks.

sayıda bu elemanlardan oluşturduğu iç kısımlarda ise oluşturmadığı görülmüştür. IBA uygulanmış bitkilerin yumrularında iletim demetleri büyüktür ve en az 2, en fazla 4-5 odunlaşmış ksilem elemanlarını içermektedir. Bu elemanlar ışınsal dizilmiştir ve yan yana bulunmaktadır (Şekil 5). NAA uygulanmış bitkilerin yumrularında da odunlaşmış ksilem elemanlarının ışınsal dizildiği ve bu elemanların gerek tek gerekse gruplar halinde demet içinde yer aldığı görülmüştür (Şekil 6) NAA hormon uygulamasında bu elemanların sayısı ortalama 160.96 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 5). 2,4-D uygulanmış bitkilerin yumrularında ise odunlaşmış ksilem elemanları grup halinde yer almaktadır. Gruplarda ışınsal dizilme yoktur. Gruplar içindeki odunlaşmış ksilem elemanlarının sayısı 5 ve 6 dır (Şekil 7). 2,4-D uygulanmış bitkilerin yumrularında ksilem elemanların sayısı ortalama 559.4 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 5). Kontrol bitkiler ve 10 ppm IAA, IBA, NAA, 2,4-D uygulanmış bitkilerde bu elemanların ortalama sayıları arasında önemli artışlar görülmüştür. Gruplar arasında en fazla artış 2,4-D hormon uygulaması sonucunda meydana gelmiştir. Bu artışlar  $p<0.05$  oranında önemli bulunmuştur. 2,4-D ve IBA uygulanmış bitkilerde Odunlaşmış ksilem hücrelerinin çapı

kontrol bitkilerde ortalama 35.20  $\mu$ , IAA' da 32.181  $\mu$ , IBA' da 39.941  $\mu$ , IAA 'da 45.407  $\mu$  ve 2,4-D' de 30.684  $\mu$  olarak hesaplanmıştır. Odunlaşmış ksilem elemanlarının ortalama sayıları arasındaki fark istatistiksel olarak ( $p<0.05$ ) önemli bulunmamıştır. Bu sonuçlara göre kontrol bitkiler ve 10 ppm NAA, IBA uygulanmış bitkilerde odunlaşmış ksilem hücrelerinin ortalama çapları arasında önemli artışlar görülmüştür. En fazla artış 10 ppm NAA uygulanmış bitkilerin yumrularında görülmüştür. Bu artışlar  $p<0.05$  oranında önemli bulunmuştur. IAA hormon uygulamasında, kambiyuma yakın bölgelerde bu hücrelerin ışınsal dizildiği görülmüştür (Bkz. Şekil 4). Aynı şekilde kontrollerde de hücrelerin merkeze kadar ışınsal dizilişlerini korudukları belirlenmiştir (Bkz. Şekil 3). Odunlaşmamış ksilem parankima hücre çapları kontrol bitkilerde ortalama 92.70  $\mu$ , IAA' da 193.85  $\mu$ , IBA' da 155.32  $\mu$ , NAA' da 142.96  $\mu$  ve 2,4-D' de 134.31  $\mu$  olarak tespit edilmiştir. Buna göre kontrol bitkiler ve 10 ppm IAA, IBA, NAA, 2,4-D uygulanmış bitkilerde odunlaşmamış ksilem parankima hücrelerinin ortalama çapları arasında önemli artışlar görülmüştür. En fazla artış IAA uygulamasında meydana gelmiştir. Bu artışlar  $p<0.05$  oranında önemli bulunmuştur.

Çizelge 4. Kontrol bitkiler ve 10 ppm IAA, IBA, NAA, 2,4-D uygulanmış bitkilerde kambiyum hücre sayılarının, ışınsal ve teğetsel eksen uzunluklarının ortalama değerleri

Grup	Kambiyal zondaki Hücre sayısı	Duncan grup	Kambiyal hücrelerin Işınsal eksen uzunluğu (μ)	Duncan grup	Kambiyal hücrelerin teğetsel eksen uzunluğu (μ)	Duncan grup
Kontrol	4.080±0.182	D	13.156±0.364	A	19.104±0.386	C
IAA	8.480±0.356	B	10.764±0.256	C	22.838±0.353	AB
IBA	7.840±0.340	B	11.408±0.409	BC	21.494±0.402	B
NAA	9.440±0.209	A	8.004±0.300	D	23.700±0.839	A
2,4-D	6.000±0.306	C	12.052±0.426	B	17.755±0.494	C

Çizelge 5. Kontrol bitkiler ve 10 ppm IAA, IBA, NAA, 2,4-D uygulanmış bitkilerde odunlaşmış ksilem hücre sayılarının, çaplarının ve odunlaşmamış ksilem parankima hücre çaplarının ortalama değerleri

Grup	Odunlaşmış ksilem hücre sayısı	Duncan grup	Odunlaşmış ksilem hücre çapı ( μ )	Duncan grup	Odunlaşmamış ksilem Parankima hücre çapı ( μ )	Duncan grup
Kontrol	67.04±3.62	D	35.20±1.19	C	92.70±3.47	D
IAA	267.84±8.68	B	32.181±0.835	D	193.85±5.83	A
IBA	523.6±28.7	A	39.941±0.680	B	155.32±4.37	B
NAA	160.96±7.69	C	45.407±0.991	A	142.96±4.23	BC
2,4-D	559.4±27.5	A	30.684±0.740	D	134.31±3.52	C

Çizelge 6. Kontrol bitkiler ve 10 ppm IAA, IBA, NAA, 2,4-D uygulanmış bitkilerde merkezi silindir kalınlıklarının ve korteks kalınlıklarının ortalama değerleri

Grup	Merkezi silindir kalınlığı (μ)	Duncan grup	Korteks kalınlığı	Duncan grup
Kontrol	3911.0±11.0	E	767.0±10.2	E
IAA	12721±133	A	1031.3±13.5	B
IBA	10012.8±13.1	B	931.2±34.7	C
NAA	7450.4±51.8	C	1625.6±14.7	A
2,4-D	6027.8±30.5	D	849.0±16.8	B

Şekil 3. Kontrol bitkilerin yumrularından alınan enine kesitlerde kambiyum ve ksilem bölgeleri. (Bar=100 μm). K-Kambiyum Ks- Ksilem

Şekil 4. 10ppm IAA uygulanmış bitkilerin yumrularından alınan enine kesitlerde kambiyum ve ksilem bölgeleri. (Bar=100μm). K-Kambiyum Ks- Ksilem

**Kortekse olan etkiler:** Hormon uygulamaları sonucunda korteks kalınlığında kontrole göre artışlar meydana gelmiştir. Korteks kalınlığı kontrol bitkilerde ortalama 767.0 µ, IAA ' da 1031.3 µ IBA 'da 931.2 µ NAA'da 1625.6 µ ve 2.4-D ' de 849.0 µ olarak tespit edilmiştir. Artışlar  $p \leq 0.05$  oranında önemli bulunmuştur. En fazla artış NAA uygulamaları sonucunda meydana gelmiştir (Çizelge 6, Şekil 8). IAA, IBA, NAA ve 2.4-D hormonu uygulanmış bitkilerin yumrularında periderm kalınlığının kontrole göre daha fazla arttığı tespit edilmiştir. En fazla artış IAA ve IBA hormon uygulamaları sonucunda meydana gelmiştir. Hormon uygulanmış bitkilerin yumrularında fellogenin olduğu görülmüştür. IAA ve 2.4-D hormon uygulamalarında fellogenin yer yer teşekkül ettiği, kontrol bitkilerde ise fellogen teşekkülünün olmadığı görülmüştür.

Şekil 6. 10 ppm NAA uygulanmış bitkilerin yumrularından alınan enine kesitlerde kambiyum ve ksilem bölgeleri. (Bar=100 µm). K-Kambiyum Ks- Ksilem

Şekil 5. 10 ppm IBA uygulanmış bitkilerin yumrularından alınan enine kesitlerde kambiyum ve ksilem bölgeleri. (Bar=100 µm). K-Kambiyum Ks- Ksilem

Şekil 7. 10 ppm 2,4-D uygulanmış bitkilerin yumrularından alınan enine kesitlerde kambiyum ve ksilem bölgeleri. (Bar=100 µm). K-Kambiyum Ks- Ksilem

Şekil 8. a) Kontrol bitkiler ve 10 ppm b) IAA, c) IBA, d) NAA ve e) 2,4-D uygulanmış bitkilerin yumrularından alınan enine kesitlerde korteks bölgeleri. (Bar=300 µm). Ko- Korteks,

## Tartışma

Digby ve Wareing (1966), *Populus robusta*, *Vitis vinifera* cv. Brandt ve *Robinia pseudoacacia*' da IAA'nın kambiyal hücre bölünmelerini uyardığını ve kambiyal türevlerin ksilem dokusunu meydana getirmek için farklılaştığını belirtmişlerdir. Araştırmamızda da, benzer sonuçlar elde edildi. IAA uygulanmış bitkilerin yumrularında kambiyal hücre bölünmelerinin uyarıldığı ve kambiyal türevlerin odunlaşmış ksilem elemanlarını meydana getirmek için farklılaştığı görülmüştür. 10 ppm NAA diğer oksin türlerine göre kambiyal hücre bölünmesini fazla etkileyerek kambiyal hücre sayısını daha fazla artırmıştır. NAA hormonu uygulanmış bitkilerde odunlaşmış ksilem elemanlarının sayısı çok azalmıştır. Buna karşın bu elemanların çaplarında en fazla genişleme yine NAA uygulaması sonucunda meydana gelmiştir.

Haşimoto (1961), *Pisum sativum* L. var alaska' da İndolasetik asit ve kinetin' in kalınlaşmayı teşvik ettiğini ve bu kalınlaşmanın hücre sayısındaki bir artıştan değil epidermis, korteks ve öz hücrelerinin hacmindeki bir artıştan dolayı olduğunu tespit etmiştir. Araştırmamızda ise; IAA hormonu bitkiye direkt uygulandığında da yumruda kalınlaşmanın teşvik edildiği ve bu kalınlaşmanın hem hücre sayısındaki hem de hücre hacmindeki bir artıştan dolayı olduğu görülmüştür.

Robards ve ark. (1969), *Salix fragilis* L.'de IAA, NAA ve 2,4-D' nin kambiyal zondaki hücrelerin sayısını ve farklılaşmış ksilem hücrelerinin sayısını arttırdığını tespit etmişlerdir. NAA' nın kambiyal zondaki hücre sayısını daha fazla arttırdığı, 2,4-D'nin ise farklılaşmış ksilem hücrelerinin sayısını daha fazla arttırdığı belirtilmiştir. Çalışmamızda NAA' nın kambiyal zondaki hücre sırasını IAA ve 2,4-D'ye göre arttırdığı görülmüştür. Bu durum, NAA' nın hücre bölünmesi üzerinde IAA ve 2,4-D' ye göre daha etkili olduğunu fakat odunlaşmış ksilem elemanlarının farklılaşması üzerinde daha az etkili olduğunu göstermektedir. 2,4-D ise odunlaşmış ksilem elemanlarının farklılaşmasında çok etkili olmasına karşın kambiyal hücre bölünmesinde daha az etkili olmuştur. Bu sonuç; 2,4-D' nin ligninleşmeye sebep olduğunu göstermektedir.

Shininger (1971), *Xanthium*' da NAA' uygulanmış gövdede kambiyal aktivite üretiminin arttığını ve ksilem liflerinin farklılaştığını tespit etmiştir. Araştırmacıya göre, NAA kambiyal hücre bölünmesini artırmış ve ksileme doğru lif ve parankimatik bir bölgenin oluşumunu hızlandırmıştır. NAA' nın parankimatik bölge oluşumunu hızlandırması bizim araştırmamızdaki NAA uygulaması sonucunda oluşan kalın korteks tabakasının teşekkülünü desteklemektedir.

Oppenoorth (1976), IAA' nın *Phaseolus vulgaris* petiolünün kök oluşumu üzerinde teşvik edici bir faaliyetinin görüldüğünü belirtmiştir. Araştırmamızda, IAA uygulanan bütün bitkilerde daha iyi gelişmiş kazık kök oluşumu meydana gelmiştir. Kök uzunluğu ve kök ağırlığında en fazla artış IAA uygulaması olan bitkilerde görülmüştür.

Harrison ve Klein (1979) ise, tepesi kesik *Phaseolus vulgaris* L.'nin gövdelerine NAA uygulamışlar. NAA' nın sekonder ksilem üretimini arttırdığını fakat sekonder floem üzerinde etkili olmadığını iddia etmişlerdir. Araştırmamızda ise, NAA' nın meydana getirdiği kalın korteks tabakası bu hormonun floem oluşumu üzerindeki etkisinin ksilem oluşumuna olan etkisinden çok daha fazla olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak; turp bitkisine uygulanan bütün oksin ve türevlerinin yumru çapını farklı derecelerde artırmasının dışında, hücre büyümesi, ksilem ve floem farklılaşması ve ligninleşme üzerinde de az çok farklı etkilere sahip oldukları ortaya çıkmıştır.

## Kaynaklar

- Algan, G. 1981. Mikroteknik. Fırat Üniv. Fen Fak. Yayınları Bot-No:1.
- Denne, M. P. and J. E. Wilson. 1977. Some quantitative effects of indoleacetic acid on the wood production and tracheid dimensions of *Picea*. *Planta* 134: 223-228.
- Digby, J. and PF. Wareing. 1966. The effect of applied growth hormones on cambial division and differentiation of the cambial derivatives. *Ann. Bot.* 30: 539-548.
- Günay, A. 1984. Özel sebze yetiştiriciliği. Cilt III. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Bölümü. Ankara.
- Harrison, M. A. and R. M. Klein. 1979. Role of growth regulators in initiation of secondary xylem and phloem cells. *Bot. Gaz.* 140: 20-24.
- Hashimoto, T. 1961. Synergistic effect of Indole acetic acid and kinetin on the primary thickening of Pea Stem Segments. *Bot. Mag.* 74: 110-117.
- Oppenoorth, J. M. 1976. Experiments on root formation: II. The effects of IAA and kinetin on the anatomy of the petiole of *Phaseolus vulgaris*. *Proc. K. Ned Akad Wet Ser C Biol. Med. Sci* 79: 299-306.
- Phillips, R. and J. H. Dodds. 1977. Rapid differentiation of studies of vascular cambium formation in excised roots of *Raphanus sativus* L. *Phytomorp.* 17: 401-409.
- Robarrs, A. W., E. Davidson and P. Kidwai. 1969. Short term effects of some chemicals on cambial activity. *J. Exp. Bot.* 20: 912-921.
- Shininger, T. L. 1971. The regulation of cambial division and secondary xylem differentiation in *Xanthium* by auxins and gibberellin. *Plant Physiol.* 47: 417-422.
- Talay, A. 1983. Ankara koşullarında çeşitli ekim zamanı, sıra arası ve sıra üzeri mesafenin kestane turpunda (*Raphanus sativus* L.) kök yumrusuna etkileri. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Bölümü (Doktora Tezi).
- Zakrzewski, J. 1991. Effects of indole-3- acetic acid and sucrose on vessel size and density in isolated stem segments of oak (*Quercus robur*). *Physiologia plantarum* 81: 234-238.

## İletişim adresi:

H. Nurhan BÜYÜKKARTAL  
Ankara Üniv. Fen Fak. Biyoloji Bölümü-Ankara  
Tel: 0 312 212 67 20/1051



