

Orman Bakanlığı Yayın No: 079  
Müdürlük Yayın No: 16

ISSN 1300 - 9508



**İZMİR YÖRESİNDE YETİŞTİRİLEN KIZILÇAM  
(*Pinus brutia* Ten.) FİDANLARINDA DEĞİŞİK SULAMA  
MİKTARLARINDA OLUŞAN FİZYOLOJİK  
DEĞİŞİKLİKLER**

**Phytohormonal Relations of Turkish Red Pine  
(*Pinus brutia* Ten.) Seedlings Grown in Different Irrigation Regimes**

ODC : (161.4)

Hülya AKÇA

Işın YAZICI

TEKNİK BÜLTEN NO: 13

T. C.

**ORMAN BAKANLIĞI  
EGE ORMANCILIK ARAŞTIRMA  
ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ**

EGE FORESTRY RESEARCH  
INSTITUTE

**İZMİR — TÜRKİYE**

**1999**

## ÖNSÖZ

Bu araştırma ile, ülkemizde saf topluluklar oluşturan ve kurak koşullara da uyum sağlayabilen bir orman ağacı türü olan kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) fidanlarının, farklı su rejimlerindeki büyümesini ve bu büyümenin düzenlenmesinde, içsel hormon, prolin ve klorofil içerikleriyle olan ilişkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Ülkemizde orman ağaçlarının fizyolojisi ile ilgili çalışmaların yok denecek kadar az olduğu gözönüne alındığında araştırmamızda elde ettiğimiz verilerin bundan sonra yapılacak bir çok çalışmaya temel teşkil etmesi umudunu taşımaktayız.

Projenin hazırlanmasında, araştırmanın yönlendirilmesinde ve sonuçların yorumlanmasında büyük katkıları olan Prof. Dr. Avni GÜVEN'e, Prof. Dr. İsmail TÜRKAN'a, çalışmalarımız sırasında destek ve yardımlarını gördüğümüz Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü yöneticileri ve personeline teşekkürlerimizi sunarız.

## **ÖZ**

Bu araştırma, 225 mm/yıl, 450 mm/yıl, 675 mm/yıl ve 1200 mm/yıl sulama rejimi uygulanan kızılçam (*Pinus brutia* Ten ) fidanlarında oluşabilecek içsel oksin, absisik asit, prolin ve klorofil içeriklerinin büyüme ile ilişkisinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Fidanlardaki büyümenin uygulanan sulama miktarına ve bununla bağıntılı olarak bitki bünyesinde değişen endogen hormon miktarı değişimleriyle ilişkili olduğu görülmüştür.

## **ABSTRACT**

In this study, the relationships between growth rate, endogenous auxin, abscisic acid, prolin and chlorophyll contents of Turkish red pine seedlings under different irrigation regimes have been examined. It has been observed that there is a relation between growth rate and endogen hormone levels that change according to irrigation regimes.

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ .....	I
ÖZ.....	II
ABSTRACT.....	III
1. GİRİŞ .....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ .....	2
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	6
3.1. Materyalin Sağlanması.....	6
3.2. Yöntem.....	6
3.2.1. Su Rejimlerinin Belirlenmesi.....	6
3.2.2. Bitki Boyu Artımlarının ve İbre Uzunluğunun Ölçülmesi .....	6
3.2.3. Bitkisel Hormon Analiz Yöntemleri.....	6
3. 2. 4. Prolin Analiz Yöntemi .....	7
3. 2. 5. Fotosentetik Pigment Analizleri.....	7
3.3. Hormon Miktarlarının Tayini.....	7
4. BULGULAR.....	8
4.1. Büyüme ve ibre boyu ile ilgili ölçüm sonuçları .....	8
4.2. Bitkisel Hormon Analiz Sonuçları .....	15
4. 3. Prolin Analiz Sonuçları .....	24
4.4. Klorofil Analiz Sonuçları .....	25
5. TARTIŞMA.....	27
KAYNAKLAR .....	30
ÖZET .....	35
SUMMARY .....	36

## 1. GİRİŞ

Kızılçam ülkemizde Akdeniz iklimi egemenliğindeki yörelerde yoğun yayılış gösteren bir orman ağacı türüdür. Deniz kıyısından 200 km içerilere kadar uzanarak ve 1 300 m yüksekliğe kadar çıkarak, saf topluluklar oluşturmaktadırlar. Hatta tek ağaç olarak 1 400 – 1 500 m yüksekliğe kadar da çıkabilen bu ağaç türü, yetişme ortamı ve yayılışı yönünden çok değişik koşullara uyum sağlayabildiğinden, ormancılıkta önemli bir yere sahiptir. Kızılçamın adaptasyonunda etkili olan fizyolojik mekanizmaların belirlenmesi ormancılık açısından büyük önem taşımaktadır.

Ağaçların büyümesi, organ farklılaşması, çiçeklenme ve cinsiyetin belirlenmesi ile gün uzunluğu, ışık şiddeti, sıcaklık ve su stresi gibi çevresel faktörlere karşı ağaçların tepkisini belirleme yolu üzerine etkili olan içsel büyüme düzenleyicileri hakkındaki bilimsel bilgiler hala eksiktir (Ross et al. 1983). Bu konuda çoğunlukla orman ağaçları dışında yapılan araştırmalarla genellemeler yapılmaya çalışılmaktadır.

Ross et al (1983).’nın bildirdiği gibi, orman bilimcilerinin, bir ağacın hayatı boyunca karşı karşıya kaldığı değişen çevresel koşullar altında büyümesini ve farklılaşmasını büyüme maddelerinin nasıl etkilediğini bilmesi gerekir. Gelecek yıllar için tesis edilecek ormanları oluşturacak genotipleri seçecek olan ağaç ıslahçıları için, içsel bitki büyüme düzenleyicilerinin, ne tür ve nasıl işler gördüğü hakkındaki bilgiler, gençleştirme ve silvikültürel işlemlerin uygun bir şekilde tasarlanmasına yardımcı olacak ve genotip seçiminde daha bilinçli olmayı sağlayacaktır. Sonuç olarak, böyle bir bilgi bütün ormancılara ıslah projesinde, kozalak üretiminde, çimlenme, fidan yetiştirilmede, vejetatif üretimde ve araziye dikilecek fidanların hazırlanmasında oldukça yararlı olacaktır.

Bu çalışma ile, ülkemizde saf topluluklar oluşturan ve kurak koşullara da uyum sağlayabilen bir orman ağacı türü olan kızılçam fidanlarının, uygulanan farklı su rejimlerindeki büyümesini ve bu büyümenin düzenlenmesinde, prolin, içsel oksin ve absisik asit hormon içerikleriyle olan ilişkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Kızılçamın yayıldığı bölgelerin en önemli özelliği yağışların yıl içindeki dağılımının düzensiz oluşudur. Örneğin Batı Akdeniz Bölgesinde, yağışların yarısından fazlasının kış aylarında olmasına karşılık, yaz aylarındaki yağış oranı toplam yağışın ancak %2 si düzeyindedir (Öktem 1987).

Sıcaklık ve yağışların mevsimlere eşit olarak dağılmadığı iklim koşullarının belirli periyotlarında su açığı meydana gelmektedir. Genellikle yazın buharlaşan su, yağış miktarından çok olduğu için bitkiler fizyolojik aktivitelerini bu mevsimde önemli derecede yavaşlatırlar. Bitkiler kuraklıkta normalin dışında bir takım fizyolojik aktivite gösterirler. Örneğin yaprak, sürgün, çiçek ve tohumlarını vaktinden önce dökerler, solar sararır ve kuruyabilirler (Çepel 1978; Salisbury and Ross 1992).

Kuraklık zararları bitkilerin sadece hücre, doku ve organlarındaki suyu kaybetmesine neden olmaz, aynı zamanda bitkisel madde değişimlerinde de önemli derecede rol oynar. Zararlar bitki türlerine göre de değişir (Salisbury and Ross 1992).

Karasal ortam pek çok etmeniyle bitkisel yaşamı etkilemekle birlikte, bu etmenlerin odağında yaşam sıvısı olan su yer almaktadır. Bu bağlamda, su kaynaklarının sınırsız tüketilmeksizin büyümede süreklilik sağlayan stratejilerin geliştirilmesiyle karasal ortamda yaşamın sürdürülmesi, bitkilerin evriminde önemli rol oynamıştır. Nitekim son yirmi yılda yapılan araştırmalarla, bitkilerde su ekonomisinin düzenlenmesinde, bitki hormonlarının oynadığı rol, daha belirgin şekilde ortaya konmuştur. Gerçekten de, hormonlar, stoma davranışlarını etkilemekle, bitkilerde su tüketiminin denetiminde; büyüme ve kök etkinliklerini düzenlemekle de, suyun alınımı, taşınımı ve metabolizmasında yaptıkları bazı denetimlerle etkili rol oynamaktadırlar (Mansfield and McAinsh 1995).

Bitkilerde hormonların olası hedefleri, enzim sentezi ve aktivitesi, membran geçirgenliği ve hücre çeperi gevşemesi üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu yönüyle, bitkilerde büyüme, gelişme ve üremenin, anılan bitki hormonları gruplarının, tekil değil, birbirleri arasındaki karşılıklı etkileşimlerle kontrol edildiği, temelde benimsenen bir görüştür. Bu durumda, bitki bünyesindeki içsel hormonların biri birlerine göre olan oransal derişimlerinin, herhangi bir hormonun derişiminden çok daha önemli olduğu ortaya konmuştur (Thimann 1977; Moore 1989; Kozlowski ET AL. 1991; Palavan-Ünsal 1993; Davies 1995).

Bitkilerde hormonların gerek metabolizma ve gerekse büyüme ve gelişme olayları üzerine etkileri, çoğunlukla otsu tek yıllık bitki türlerindeki modellerle açıklanmaya çalışılmıştır. Bu konuda, karasal ortamın çok değişken ekolojik faktörlerine uyum sağlayarak, uzun yıllar varlığını sürdüren çok yıllık ağaç formundaki bitkilerde ise, yapılan çalışmaların yeterli olmadığı görülmektedir. Bununla birlikte, ağaç türlerinde de temel fizyolojik sorunlara ilişkin bazı örnek araştırmalar vardır (Kozlowski et al. 1991).

Ross et al. (1983)'na göre, ağaç büyümesinde mevsimsel değişimin %80 ile 90'ı, belki de doğrudan su stresi ile ilgilidir. Ağaçlar da dahil olmak üzere, pek çok bitki türüne yapılan absisik asit (ABA) uygulaması, stomalarda kapatma etkisiyle, transpirasyon hızında azalmaya neden olmaktadır (Jones and Mansfield 1970; Davies and Kozlowski 1975; Mizrahi and Richmond 1972; Hiron and Wright 1973; Itai and Benzioni 1976; Itai 1978). Diğer yandan, su ve tuz stresine uğrayan bitkilerde, stres süresince içsel ABA düzeyinin anlamlı bir artış gösterdiği saptanmıştır (Mizrahi and Richmond 1972; Hiron and Wright 1973; Loveys and Kriedemann 1973; Itai and Benzioni 1976; Itai 1978; Newville and Ferrell 1980). Kuraklık sonrası sulanan *Pseudotsuga menziesii*'de, kurak uygulamasıyla uyartılmış olan ABA düzeyi ve stoma direncinin, altıncı günde yeniden normale döndüğü bildirilmiştir (Newville and Ferrell 1980). Bununla birlikte, ikinci bir kuraklık/sulama döngüsü uygulanan bu bitkide, yaprak direnci değişmezken, ABA düzeyinde oluşan artış, bazı koşullardaki stoma kontrolünün ABA düzeyindeki değişimlerden başka olaylarca gerçekleştirildiği görüşünün öne sürülmesine neden olmuştur (Newville and Ferrell 1980).

Ağaçlardaki diğer büyüme maddeleri düzeylerinin de, ılımlı bile olsa, bitki su potansiyelindeki düşmeden etkilendiği ortaya konmuştur (Livne and Vaadia 1972; Davies and Kozlowski 1975). Bu açıdan, kuraklık ve kısmi kök tahribatının, *Pinus caribaea* fidanlarının gövde ve yapraklarında GA<sub>3</sub> ve sitokin benzeri maddelerin düzeylerinde anlamlı bir artışa neden olurken, *Pinus radiata*'da tam tersi bir etki yaptığı bildirilmektedir. Benzer şekilde, *Tsuga heterophylla*'da oluşan kök ve gövde tahribatları da ksilem suyundaki sitokin düzeylerinde azalmaya neden olmaktadır (Rose et al. 1983). Nitekim, Rose et al.(1983)'e göre, ağaçlarda içsel büyüme düzenleyicileri düzeylerindeki değişiklikler (örneğin, GA<sub>3</sub>, sitokinler ve ABA), su stresinden kaynaklanan büyüme duraklamalarına neden olmakta ve bunların sonuçları belirsiz kalmaktadır. Bununla birlikte Levitt (1980), büyüme düzenleyicilerindeki değişimin su stresinin doğal bir sonucu olduğunu ve bu stresin sitokininde azalmaya, ABA'da artışa yol açmakla, membranları değiştirdiği ve metabolizmanın sentez yönünü azalttığı görüşünü savunmaktadır.

Bitkilerin yetiştirme ortamı olan topraktaki su potansiyelinin bitki büyüme ve gelişmesini düzenleyen içsel büyüme maddeleri düzeyinde önemli rol oynadığı, temel bir olgu gibi benimsenmektedir. Bu yönüyle, İsrail'deki Negev Çölü'nde yetişen *Prunus dulcis*'te, en azından büyüme mevsiminin ilk bölümünde, ksilemdeki ABA konsantrasyonu ile yapraklardaki stoma iletkenliği arasında açık bir ilişki olduğu, buna karşılık yapraklardaki su içeriğiyle stoma davranışları arasında bir bağıntı bulunmadığı rapor edilmiştir (Wartinger et al. 1990). Benzer sonuçlar, Khalil ve Grace (1993) tarafından Akçaağaç'ta da elde edilmiştir. Bu çalışmada, kökleri çevreleyen toprağın su durumu ile bitkide stoma iletkenliğini etkileyen bir sinyalin üretim gücü arasında sıkı bir bağlantı olduğu bildirilmektedir.

Kurak bir döngü sürecinde koniferlerin ksilem suyundaki ABA konsantrasyonu ve değişimlerini araştıran Jackson ve ark. (1995), kuraklık ilerletildiğinde, *Pinus sylvestris* ve *Picea sitchensis* fidanlarının ksilem suyundaki ABA konsantrasyonun, başlangıçtaki 11 katına çıktığını belirtmişlerdir.

Bitkilerdeki ABA konsantrasyonunun günlük seyrine bakıldığında, bunun öğlede maksimum düzeye eriştiği saptanmıştır.

Son yıllarda yapılan stres fizyolojisi çalışmalarına konu olan prolin; su, tuz, ışık, kirlilik, patojen enfeksiyonları ve sıcaklık streslerinin bir indikatörü olarak kabul edilmektedir (Amberger ve ark.1998; Axbazhagan ve ark. 1988).

Hüresel inorganik iyon miktarı ve hüresel bileşim ile prolin birikimi arasında bir ilişki bulunmaktadır. Bununla ilgili olarak Na<sup>+</sup> yada K<sup>+</sup> miktarı bir eşik konsantrasyonuna ulaşınca kadar yapraklarda prolin birikiminin başlamadığı, bununla birlikte prolin birikimini başlatacak eşik değerinin türden türe farklılık gösterdiği bilinmektedir (Buhl ve ark. 1983; Coughlan ve ark. 1980).

Kuraklık ve tuzluluk koşullarında bitkilerde fazla miktarda prolin birikmesi bu konuda çalışan araştırmacılar için dayanıklılık mekanizmasını açıklamada anahtar niteliğinde bir olgu oluşturmuştur. Wyne Jones ve ark. (1978)'e göre; prolinin osmoregülasyon yoluyla etkili olduğunu ileri sürerken; Schobert ve ark. (1978) proteinlerin stabilizasyonuna etki ettiğini; Ahmad ve ark. (1982) ile Paleg ve ark. (1981) ise inaktivasyonuna ve tuza karşı hücre zarlarını ve stoplazmik enzimleri koruduğunu bildirmektedirler. Bu görüşlere paralel olarak Handson ve ark. (1982) stres toleransının ölçülmesinde prolin birikiminin bir parametre olabileceği görüşünü savunmaktadırlar.

Perry ve ark.'ı (1994), yaptıkları bir çalışmayla su stresinde rekabetle ilgili etkilerin mevsimsel değişimi ve çamların tepkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar *Pinus taeda*, *Liquidambar styraciflua* ve *Andropogon virginicus* türlerinin hem oran hem de sıklık bakımından farkı olduğu bitki karışımları tesis etmişlerdir. İki haftada bir ksilem basınç potansiyelleri ölçülerek, çam fidanlarına yarayışlı toprak nem miktarı belirlenmiştir. Çam su potansiyelindeki geçici değişme, su stresine bütünsel bir yaklaşımla açıklanabilir. Rekabet cevaplarının belirlenmesinde, birikmeli su stresinin toplam değerleri, birbiriyle örtüşen dört dönem boyunca (Mayıs - Haziran, Mayıs - Temmuz, Mayıs - Ağustos, Mayıs - Eylül) bütün bitki ölçeğinde, her bir dönemdeki ortalama gövde hacmi endeksiyle karşılaştırmalı olarak hesaplanmıştır. Çamdaki tüm su stresi, yaz başındaki kuraklık döneminden sonra, rekabetçi vejetasyon tarafından güçlü bir şekilde etkilenmektedir. Anlamlı bir kurak dönem sonrasında çamdaki büyüme artışı ve toplam su stresi arasında, ilk büyüme döneminin sonundaki gövde hacmi endeksindeki değişimin yarısından fazlasından sorumlu olan karşılıklı bir ilişki bulunmuştur. Kurak dönemler süresince daha belirgin olan rekabet etkileri nedeniyle, stoma iletkenliğinin de rekabetten etkilendiği ortaya konmuştur.

Bunların yanında, tuzlu koşullar altında üç farklı coğrafik orijinli *Pinus pinaster*'in büyüme ve su ilişkileri Loustau ve ark. (1995) tarafından araştırılmıştır. Tuzluluğun, bu bitkilerin iki yıllık fidanlarında bitki boyunu, gövde ve iğne yaprak büyümesi ile kök kuru madde miktarını, coğrafik orijinler arasındaki çok küçük farklılıklar ile azalttığı bulunmuştur. Yine, yeni oluşan iğne yapraklardaki su potansiyelinin tuzlulukla azaldığı ve bunun besin çözeltilisinin ozmotik potansiyeliyle ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır.



Orman varlığının dünyamızdaki yaşamın varlığıyla özdeş olduğunu söylemek, büyük bir yanılğı olarak düşünülemez. Bu yönüyle, Batı Dünyası'nda orman ağaç türlerinin fizyolojisine yönelik pek çok araştırma yapılmasına karşın, yapılanların yetersiz olduğu, bu konuda eserler yazmış olan Kozlowski ve ark. (1991) ile Smith (1995) tarafından, halen vurgulanmaktadır. Ülkemizde ise, genelde ürünlerinden yararlanan ormanın, öneminin anlaşılması kapsamında, varlığının korunması ve yeni plantasyonların kurulmasına yönelik çabaların giderek önem kazandığı görülmektedir. Bununla birlikte, orman ağaçlarının büyüme ve gelişme fizyolojisine ilişkin araştırmalar konusunda sağlıklı bir veri bulunmamaktadır.

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1. Materyalin Sağlanması**

Dalaman çayı havzasından belirlenen Kızılcım ağaçlarından alınan tohumlar Torbalı Orman Fidanlığına 1993 yılında ekilmiştir. Yastıklarda iki yaşına gelen fidanlardan, boyu yaklaşık 50 cm olanlardan 120 tanesi seçilmiştir. Kendi toprağı ile kökleri fazla zedelenmeden alınan fidanlar, içerisinde fidanlık toprağı doldurulmuş çapı 20 cm boyu 40 cm olan torbalara Nisan 1995'te dikilmiştir.

Fidanlar daha sonra Karşıyaka Orman Fidanlığına getirilerek üzeri kapatılmış bir alana yerleştirilmiştir.

#### **3.2. Yöntem**

##### **3.2.1. Su Rejimlerinin Belirlenmesi**

Su rejimleri 225 mm/yıl, 450 mm/yıl, 675 mm/yıl ve 1 200 mm/yıl olarak belirlenmiş ve 30 bireyli gruplara ayrılan fidanlara bu dört farklı sulama rejimi uygulanmıştır.

Yıllık olarak belirlenen su miktarları 52 haftaya bölünerek, her fidana haftada bir kez verilecek su miktarı saptanmıştır.

##### **3.2.2. Bitki Boyu Artımlarının ve İbre Uzunluğunun Ölçülmesi**

Farklı sulama rejimi uygulanan fidanlarda, her ay boy ölçümleri yapılmıştır. Mayıs 1995'de başlatılan bu ölçümler Eylül 1996'ya kadar sürdürülmüştür. 10 aylık adaptasyon dönemi sonrası, kantitatif hormon analizi yapılan tarihlerde ki mevsimsel boy artış oranları her sulama rejimine göre belirlenmiştir. Deneme süresinin bitiminde her fidanın yıllık sürgünlerinin aynı nodyumlarından alınan ibrelerin uzunluğu ölçülmüştür. Bu işlem, her fidandan alınan 5'er ibrede yapılmıştır. Gövde boyu ve ibre uzunluğuna ilişkin ölçüm sonuçları varyans analizi ile değerlendirilerek, gruplar arasındaki farklılıkları ortaya koymak için LSD testi uygulanmıştır.

##### **3.2.3. Bitkisel Hormon Analiz Yöntemleri**

Belirlenen sulama rejiminde ve ortam koşullarında yetiştirilen kızılçım fidanlarında sonbahar (8.11.1995) kış (22.01.1996), ilkbahar (18.05.1996) ve yaz (5.08.1996) mevsimlerinde olmak üzere, bitki hormon analizleri yapılmıştır.

Bu amaçla, dört farklı sulama rejimi uygulanan kızılçım fidanlarının genç ibrelerle birlikte tepe sürgününden alınan 5 gram materyalde, bitki hormonlarından

indol-3-asetik asit (IAA) ve absisik asit (ABA) ekstraksiyonu ve izolasyonu yapılmıştır.

Hormonların ekstraksiyonu için Scott ve Jacobs (1964) ile Badr ve ark. (1971)'nin yöntemleri değiştirilerek, izolasyonu için ince tabaka kromatografisinde ise Nitsch ve Nitsch (1955) yöntemi uygulanmıştır.

### **3. 2. 4. Prolin Analiz Yöntemi**

Liyofilize edilen kıvılcım ibre örneklerinden prolin ekstraksiyonu ve tayini Bates ve ark. (1973)'na göre spektrofotometrik olarak yapılmıştır.

### **3. 2. 5. Fotosentetik Pigment Analizleri**

Değişik sulama miktarlarının fotosentetik pigmentler üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla klorofil a, klorofil b ve karotenoid miktarlarının tayini yapılmıştır.

Klorofil miktarları tayinleri için klasik aseton ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen 663 ve 645 nm değerleri, Kırk tarafından ortaya konan namograma uygulanarak, kl a, kl b ve toplam klorofil miktarları bulunarak, sonuçlar histogramla verilmiştir.

Klorofil ekstraksiyonu sırasında, yaprak dokusundaki karotenoidler de asetonda çözüldüğünden, spektrofotometrede 450 nm'deki absorbans değeri, Witham ve ark. (1971) tarafından belirtilen aşağıdaki formüle uygulanarak, karotenoid miktarı belirlenmiş ve sonuçlar histogramlar halinde verilmiştir.

$$\text{Toplam karotenoid} = 4,07 * A_{450} - ( 0,0435 * \text{kl.a mikt.} + 0,367 * \text{kl.b mikt.})$$

### **3.3. Hormon Miktarlarının Tayini**

Değişik sulama rejimlerine ait gruplardan alınan ibre ve sürgün ucu örneklerinden saflaştırılan IAA ve ABA'nın miktarlarının belirlenmesinde, biyolojik test için Scott ve ark. (1973)'nün; spektrofotometrik tayininde ise Yürekli ve ark. (1974)'nin yöntemleri uygulanmıştır.

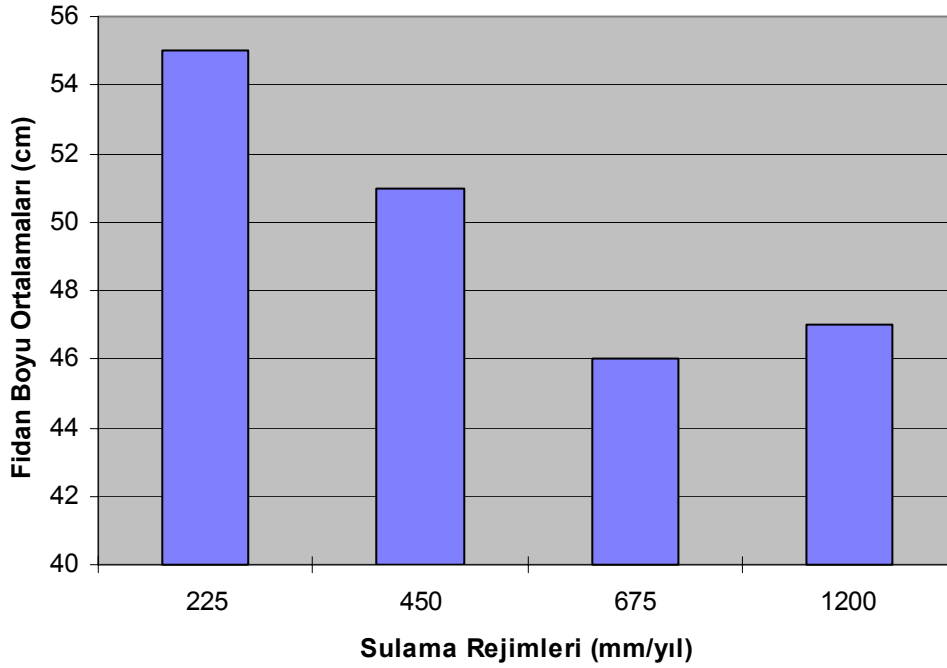
## 4. BULGULAR

Dört farklı sulama rejiminde yetiştirilen kızılçam fidanlarında farklı sulama etkisiyle oluşabilecek büyüme ve fitohormonal değişiklikleri belirlemek için yapılan ölçüm ve analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

### 4.1. Büyüme ve ibre boyu ile ilgili ölçüm sonuçları

Fidanlıktan sökülen kızılçam fidanlarının Nisan 1995'te dikim döneminden sonra, adaptasyon amacıyla 1 ay süre beklenmiş ve boy ölçüm değerleri Mayıs 1995 ile Eylül 1996 arasında aylık olarak alınmıştır.

225 mm/yıl, 450 mm/yıl, 675 mm/yıl ve 1 200 mm/yıl sulama rejimi uygulanan fidan gruplarının denemenin başlangıcında ölçülen boylarına ilişkin verilere göre çizilen fidan boyu ortalamaları Şekil 4.1'de görülmektedir.



Şekil 4.1. Farklı sulama rejimi uygulanacak kızılçam fidanlarına ilişkin grupların denemenin başlangıcındaki gövde boylarının ortalamaları.

Figure 4.1. At the beginning of the study height average of seedlings will be applied different irrigation regime.

Bireyleri tesadüfen seçilerek oluşturulan bu dört sulama rejimi grubundaki başlangıç fidan boyu ortalama değerlerinin farklı olup olmadığını belirlemek için, elde edilen değerlere varyans analizi uygulanmıştır (Çizelge 4.1). Buna göre 225 mm/yıl ve 450 mm/yıl sulama rejimi uygulanacak gruplara ait fidanların, 675 mm/yıl ve 1 200 mm/yıl sulama rejimi gruplarına ait fidanlara göre boy gelişimi açısından istatistiki olarak önemli fark gösterdiği bulunmuştur. (F=9,796 , P<0,001). Buna karşılık 675 ve 1200 mm/yıl sulama rejimi uygulanacak fidanların başlangıç boyları arasında bir fark bulunmamaktadır.

Gruplar arasındaki farkı ortaya çıkarmak için LSD testi uygulanmıştır. Sonuçlara göre 225 mm/yıl ve 450 mm/yıl grubuna ait fidanlar 675 mm/yıl ve 1200 mm/yıl grubuna ait fidanlardan farklı çıkmıştır (Çizelge 4. 2).

**Çizelge 4.1.** Farklı sulama rejimi uygulanacak kızılçam fidanlarının deney başlangıcındaki gövde boylarına ilişkin varyans analiz sonuçları.

**Table 4.1.** Variance analysis of seedlings average height.

Varyasyon Kaynağı.	Serbes. Derece	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Alfa tipi hata ihtimali
Tekerrür	29	1241,467	42,809	0,900ns	0,6155
Faktor-A	3	1398,333	466,111	9,796***	0,0001
Hata Genel	87	4139,667	47,582		
	119	6779,467	56,970		

**Çizelge 4.2.** Farklı sulama rejimi uygulanacak kızılçam fidanları gruplarının ortalama boylarına ilişkin LSD testi sonuçları.

**Table 4.2.** Result of LSD test about seedlings average height.

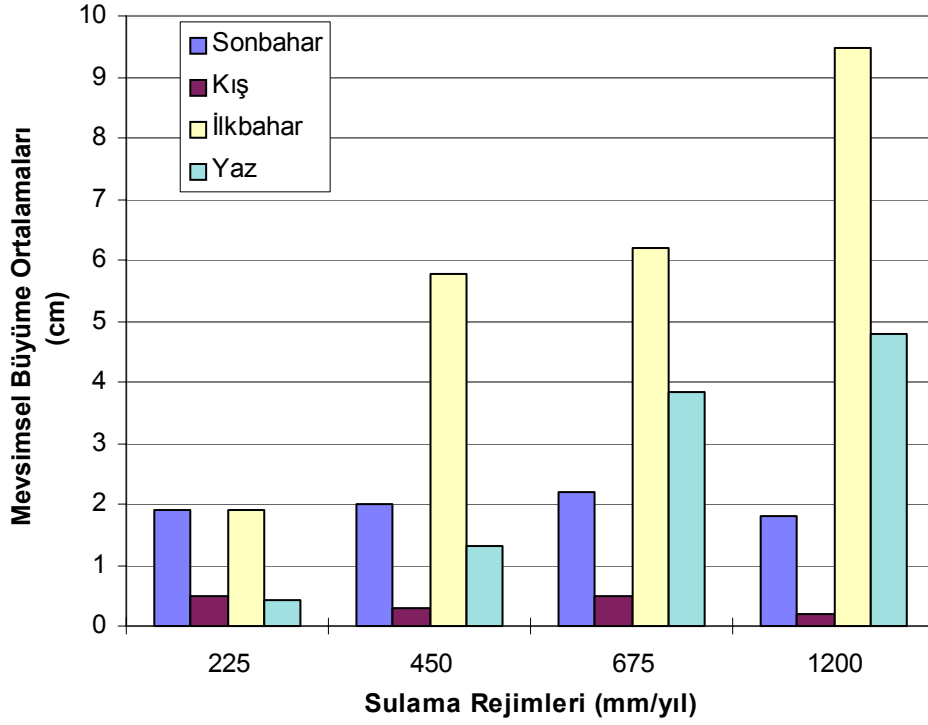
Orjinal Sıra		Testten Sonra	
225 mm/yıl	55,000	225 mm/yıl	55,000.....
450 mm/yıl	51,067	450 mm/yıl	51,067.....
675 mm/yıl	46,367	675 mm/yıl	47,300.....
1200 mm/yıl	47,300	1200 mm/yıl	46,367.....

Testte kullanılan Hko=47,582; LSD değeri=3,544'dir

Deney başlangıcında tesadüfen oluşturulan dört farklı sulama rejimi uygulanacak fidan grupları arasındaki istatistik önemdeki boy farklılıklarının, bundan sonra uygulanan farklı yıllık sulama rejimlerinin fidan boyu büyümesi üzerine etkilerini belirlemede oluşturacağı sakıncaları ortadan kaldırmak için, her gruptaki

fidanların uzama büyümesi farklarının değerlendirilmesi esas alınmıştır. Böylelikle, uygulanan farklı yıllık sulama rejimlerinin fidanların uzama büyümesine olan etkilerini daha belirgin şekilde ortaya koymak mümkün olmuştur.

Kızılçam fidanlarına uyguladığımız dört farklı sulama rejimi etkilerinin daha belirginleşmesi için, sulama-gövde boyu ilişkisini ortaya koyacak sonuçlar 1995 Sonbahar(8 Kasım 1995), 1996 yılı Kış (22 Ocak 1996), İlkbahar (18 Mayıs 1996) ve Yaz (5 Ağustos 1996) mevsimleri dönemlerindeki gövde uzama büyümesi farklarının ortalama değerleri olarak verilmiştir (Şekil 4.2).

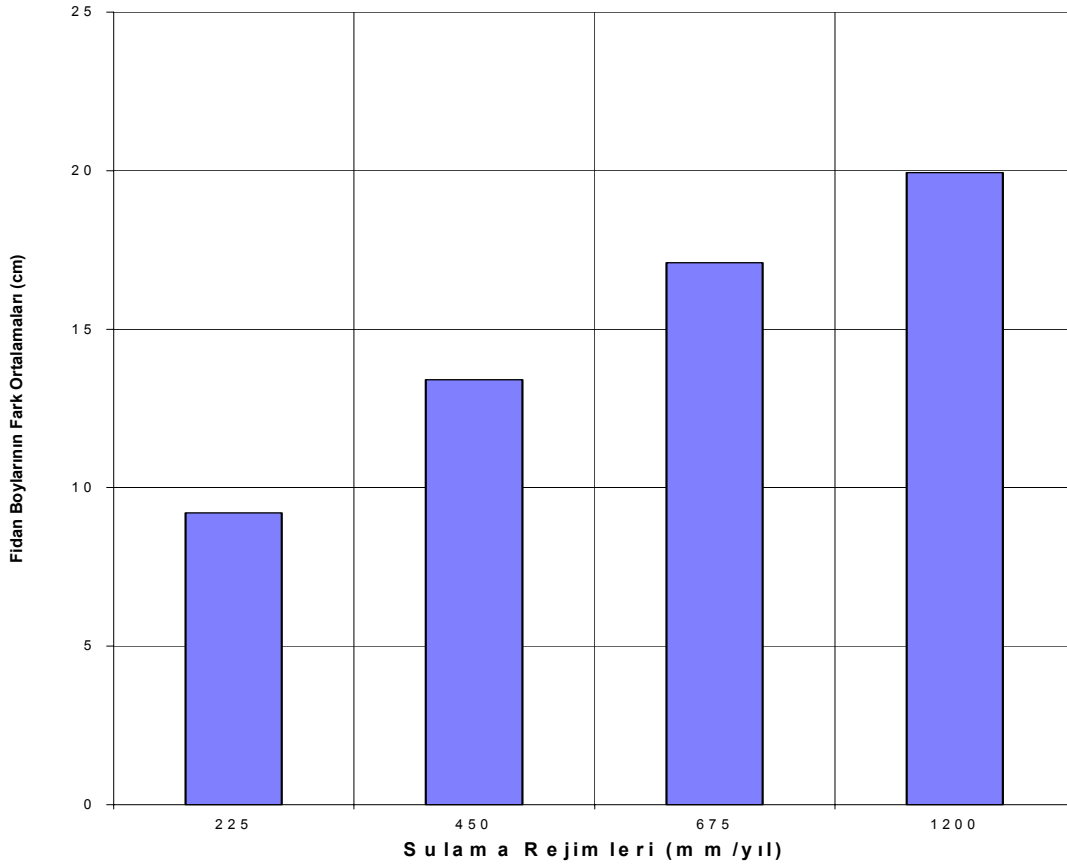


**Şekil 4.2.** Değişik yıllık sulama rejimi uygulanan kızılçam fidanlarının mevsimsel gövde uzama büyümesi farkı ortalama değerleri.

**Figure 4.2.** Seasonal growth average values of seedlings which are applied different irrigation regime.

Grafik incelendiğinde, sonbahar mevsimi boyunca, fidanlarda sulama rejimi farkının gövde büyümesi üzerinde etkin olmadığı, düşük potasyelli bir uzama büyümesinin cereyan ettiği ortaya çıkmıştır. Kış mevsiminde kızılçam fidanlarının, başlangıçtaki değerden farklı olan büyüme değerleri incelendiğinde, tüm sulama rejimlerindeki fidanların büyüme bakımından bir durgunluk döneminde oldukları görülmektedir. Bu durum, bitkilerin uygun olmayan çevre koşullarında yaşamsal faaliyetlerini yavaşlattıkları şeklindeki bilinen genel verilere uygundur. Ilıman iklim

kuşığı bitkilerinde büyümenin bahar aylarında oldukça etkili bir şekilde gerçekleştiği olgusu, deney bitkimiz olan kızılçamın büyüme grafiğinde de görülmektedir. Ancak 225 mm/yıl sulama rejimi uygulanan fidanlardaki büyüme yavaş, 1200 mm/yıl sulama rejimi uygulanan fidanlardaki büyüme ise çok hızlı bir gelişme ile 450 ve 675 mm/yıl'a göre belirgin bir farklılık göstermektedir. 450 ve 675 mm/yıl fidanları arasındaki büyüme farkı ise çok belirgin değildir. Yaz dönemindeki büyüme ortalamalarına bakıldığında ise sulamanın artması ile büyümenin arttığı gözlenmektedir. Kızılçam fidanlarına, sırasıyla 225, 450, 675 ve 1200 mm/yıl şeklindeki sulama rejimi, artan sulama suyu miktarına paralel olarak, bitkideki mevsimsel büyüme potansiyelinide artırmaktadır.



**Şekil 4.3.** Farklı sulama rejimlerinde yetiştirilen kızılçam fidanlarının toplam boy farklarına göre hesaplanmış ortalama uzama büyüme değerleri grafiği.

**Figure 4.3.** Total growth average values of seedlings applied different irrigation regime.

Mayıs 1995 ile Eylül 1996 ayları arasındaki sürede, uyguladığımız dört değişik sulama rejiminin kızılçam fidanlarının uzama büyümesi üzerine etkisine ilişkin toplam boy farkı ortalama değerleri Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'te verilmiştir.

Deney başlangıcındaki sulama rejimi gruplarının ortalama boylarına göre, uygulanan sulama rejimleri sonunda oluşan boyca büyüme farkı ortalamalarına göre elde edilen bu toplam büyüme farkı değerlerinin istatistik analiz sonuçları çizelge 4.3 ve çizelge 4.4'te verilmiştir. Ancak 225 mm/yıl sulama rejimi uygulanan fidanlardaki büyüme yavaş, 1 200 mm/yıl sulama rejimi uygulanan fidanlardaki büyüme ise çok hızlı bir gelişme ile 450 ve 675 mm/yıl'a göre belirgin bir farklılık göstermektedir. 450 ve 675 mm/yıl fidanları arasındaki büyüme farkı ise çok belirgin değildir. Yaz dönemindeki büyüme ortalamalarına bakıldığında ise sulamanın artması ile büyümenin arttığı gözlenmektedir. Kızılçam fidanlarına, sırasıyla 225, 450, 675 ve 1 200 mm/yıl şeklindeki sulama rejimi, artan sulama suyu miktarına paralel olarak, bitkideki mevsimsel büyüme potansiyelini de artırmaktadır.

Mayıs 1995 ile Eylül 1996 ayları arasındaki sürede, uyguladığımız dört değişik sulama rejiminin kızılçam fidanlarının uzama büyümesi üzerine etkisine ilişkin toplam boy farkı ortalama değerleri Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'te verilmiştir.

**Çizelge 4.3.** Değişik sulama rejiminde yetiştirilen kızılçam fidanlarında gövde uzama büyümesi farklarına ilişkin varyans analiz sonuçları

**Table 4.3.** Variance analysis on growth differentiation of seedlings which applied different irrigation regime.

Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Alfa Tipi Hata İhtimali
Tekerrür	29	605,242	20,870	1,211ns	0,2453
Faktör – A	3	1947,425	649,142	37,667***	0,0000
Hata	87	1499,325	17,234		
Genel	119	4051,992	34,050		

\*\*\* = Önemli %0,1 alfa seviyesinde

**Çizelge 4.4.** Değişik sulama rejiminde yetiştirilen kızılçam fidanlarının gövde uzama büyümesi farklarına ilişkin LSD test sonuçları

**Table 4.4.** Result of LSD test about seedlings growth differentiation.

ÇOKLU -t- TESTİ					
Orjinal Sıra			Testten Sonra		
225 mm/yıl	9,200	1200 mm/yıl	19,933	.....	
450 mm/yıl	13,400	675 mm/yıl	17,100	.....	
675 mm/yıl	17,100	450 mm/yıl	13,400	.....	
1200 mm/yıl	19,933	225 mm/yıl	9,200	.....	

Testte kullanılan Hko=17,234; LSD değeri=2,133'dir.

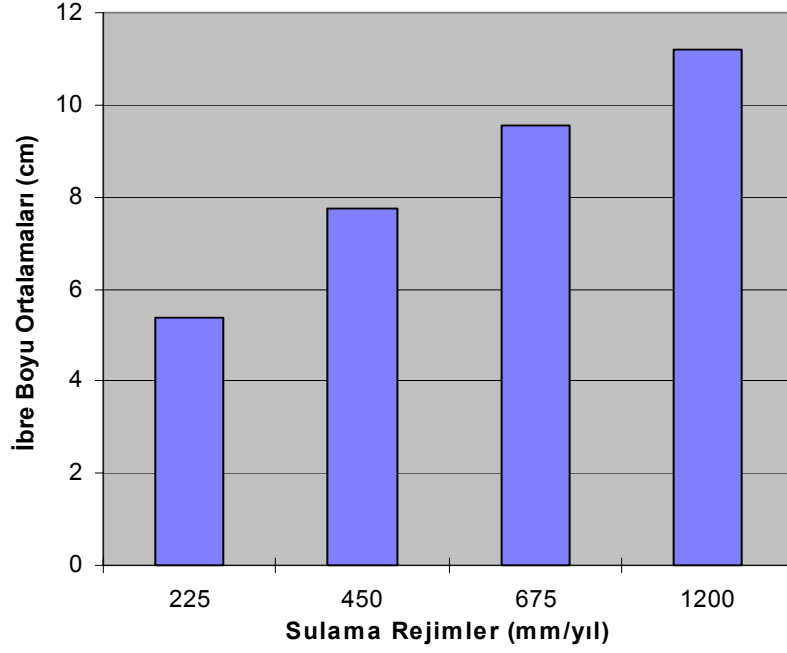


Şekil 4.4'te verilen değerlerin varyans analizi ve LSD testi sonuçlarıyla irdelenmesinden de görüleceği gibi, kızılçam fidanlarına uygulanan sulama rejimleri ile oluşan gövde uzama büyümesi değerleri arasında oldukça önemli bir fark bulunmaktadır ( $F=37.667$ ;  $P<0,001$ ). Diğer yandan, sulama rejimleri arasındaki farkı ortaya çıkarmak için uygulanan LSD testi sonuçlarına göre, LSD değeri 2,133 olduğunda, iki grup arasında farklılık vardır. Buna göre, uygulanan dört değişik sulama rejiminde yetiştirilen kızılçam fidanlarının oluşturduğu gövde uzama büyümesi değerleri birbirinden farklı olmaktadır.

Grafikte görüldüğü gibi (Şekil 4.4), sulama arttıkça, kızılçam fidanlarının uzama büyüme değeri de doğrusal olarak artmaktadır. Ancak bu artışın hangi yıllık sulama değerine kadar devam edeceği mevcut sulama rejimlerinden anlaşılamamıştır.

Onaltı aylık bir süreyi kapsayan deneme boyunca elde edilen değerlere göre, en az uzama büyümesi 225 mm/yıl sulama rejiminde, en yüksek uzama büyümesi ise 1 200 mm/yıl sulama rejiminde ortaya çıkmaktadır. 225 mm/yıl sulama rejiminin 675mm/yıl sulama rejimine kadar katlar halinde artışının uzama büyümesini doğrusal şekilde artırdığı da saptanan bir gerçektir. Bununla birlikte, grafikte de görüldüğü gibi (Şekil 4.3), kızılçam fidanlarına uygulanan 675 mm/yıl sulama rejiminden 1 200 mm/yıl sulamaya çıkıldığında, sulama değeri yaklaşık iki kat artmasına karşılık, bitkideki uzama büyümesinin doğrusal artmadığı ve bu iki rejim arasındaki boy farklarının 2,83 cm düzeyinde kaldığı görülmektedir.

Kızılçam fidanlarına uyguladığımız değişik sulama rejimlerinin bitkide oluşan ibrelerin uzama büyümesini nasıl etkilediği de, çalışmamızda incelediğimiz kriterlerden birini oluşturmaktadır. Buna ilişkin verileri sağlamak için, her grup sulama rejimindeki fidanların tepe sürgünü ve alt dallardaki son yıl sürgünlerinde yer alan ibreler, her bireyden 5'er tane olmak üzere Eylül 1996'da toplanarak boyları ölçülmüştür. Kızılçam fidanlarına uygulanan değişik sulama rejimlerinin ibre boyu üzerine etkisi Şekil 4.5'te görülmektedir. Uygulanan farklı sulama rejimlerinde ölçülen ibre boylarının ortalama değerlerine göre elde edilen değerler Şekil 4.4'de; bu değerlerin istatistik analizlerine ilişkin varyans analiz sonuçları çizelge 4.5'te ve LSD test sonuçları ise çizelge 4.6'da verilmiştir.



**Şekil 4.4.** Farklı sulama rejimlerinde yetiştirilen kızılçam fidanlarının ibre boyu ortalamaları.

**Figure 4.4.** Needle length of seedlings applied different irrigation regime.

**Çizelge 4.5.** Farklı sulama rejimlerinde yetiştirilen kızılçam fidanlarının ibre boyları ile ilgili varyans analiz sonuçları.

**Table 4.5.** Variance analysis of needle length of seedlings applied different irrigation regime.

Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl F.	Alfa tipi hata ihtimali
Tekerrör	29	53,571	1,847	1,146ns	0,3067
Faktor-A	3	560,431	186,810	115,941***	0,0000
Hata	87	140,179	1,611		
Genel	119	754,181	6,338		

\*\*\* = Önemli %0,1 alfa seviyesinde

**Çizelge 4.6.** Farklı sulama rejimlerinde yetiştirilen kızılçam fidanlarının ibre boylarına ilişkin LSD test sonuçları.

**Table 4.6.** LSD test result about needle length of seedlings applied different irrigation regime.

Orijinal Sıra		Testten Sonra	
225 mm/yıl	5,391	1200 mm/yıl	11,209.....
450 mm/yıl	7,731	675 mm/yıl	9,542.....
675 mm/yıl	9,542	450 mm/yıl	7,731.....
1200 mm/yıl	11,20	225 mm/yıl	5,391.....

Testte kullanılan Hko=1,611; LSD değeri=0,652'dir

İbre boylarına ilişkin değerlerin incelenmesinden de görüleceği gibi, kızılçam fidanlarının gövde uzama büyümesi değerlerine benzer şekilde, sulama suyu miktarının artışı ile orantılı olarak kızılçam ibre boylarının da arttığı görülmektedir.

Farklı yıllık yağış rejimlerini temsil eden sulama uygulamalarının, kızılçam fidan boyu üzerindeki etkilerinin ibre boylarına da yansıdığı görülmektedir. İbre boylarına ilişkin varyans analiz sonuçları (Çizelge 4.5), uygulanan sulama rejimleri arasında ibre boyları açısından çok önemli bir fark olduğunu ortaya koymaktadır (F=115,941, P<0,001). Nitekim değişik sulama rejimlerinin ibre gelişimi üzerindeki farklı etkisini, ibre boyu verilerine uygulanan LSD testi sonuçları da açıkça göstermektedir (Çizelge 4.6).

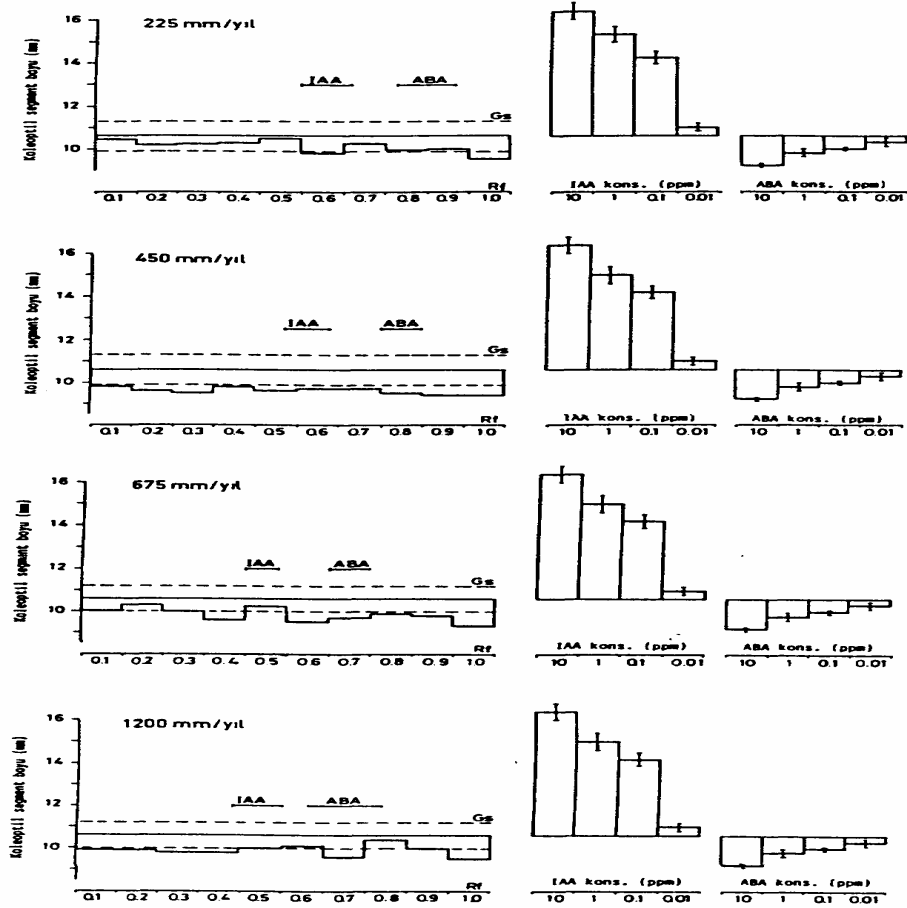
#### 4.2. Bitkisel Hormon Analiz Sonuçları

Yıllık yağış miktarını simgeleyen 225, 450, 675 ve 1 200 mm/yl sulama koşullarında yetiştirilen kızılçam fidanlarının tepe sürgünlerindeki ibre örneklerinde, bitki hormonlarından indol-3-asetik asit (IAA) ve absisik asit (ABA) ekstraksiyon ve izolasyonu yapılmıştır. Değişik sulama rejiminde yetiştirilen bitkilerde mevsimsel olarak yapılan bu işlemlerde, bitki dokularının IAA ve ABA içerikleri kalitatif ve kantitatif analizlere dayalı olarak ortaya konmuştur. Giberellin analizi kalitatif olarak yapılmış fakat bu yöntemle kızılçamda sonuç alınamamıştır. Bu hormonun kimyasal yapısı gereğince kantitatif analiz yapılamadığından sonuçlar değerlendirmeye alınmamıştır.

1995 Nisan ayında fidanlıktan alınarak, yalnızca doğal yağışları engelleyecek üstü kapalı deneme ortamında, belirtilen sulama rejiminde yetiştirilen kızılçam fidanlarında, sonbahar (8.11.1995), kış (22.01.1996), ilkbahar (18.05.1996) ve yaz mevsiminde (5.08.1996), IAA ve ABA analizi yapılmıştır. Bu amaçla fidanların tepe sürgünlerindeki ibrelerden alınan materyalden ekstre ve izole edilen bu iki hormonun, kromatografi ile saflaştırılan miktarlarının belirlenmesi, koleoptil dik büyüme biyotesti ile, kromatogramlarındaki biyolojik aktivitelerine dayalı şekilde ve kalitatif olarak yapılmıştır.

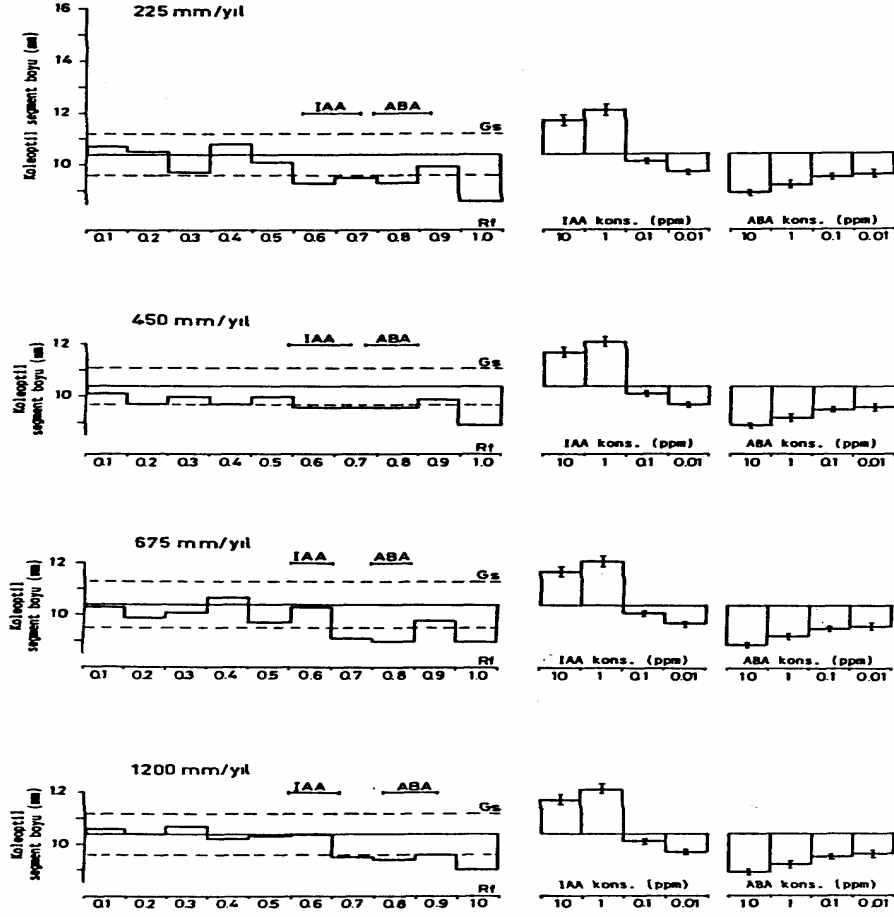
Böylelikle, değişik sulama rejimlerinde yetiştirilen kızılçam fidanlarının ibrelerinde mevsimsel olarak biyotestle saptanan IAA ve ABA miktarlarını gösterir kromatogramlar şekil 4.5, şekil 4.6, şekil 4.7 ve şekil 4.8’de verilmiştir.

Sonbahar (şekil 4.5) ve kış mevsimlerinde (şekil 4.6) materyalimizdeki IAA ve ABA içeriklerini gösteren biyolojik test kromatogramları incelendiğinde, uygulanan sulama rejimi ne olursa olsun, analizi yapılan bitkisel materyalde, bitki büyüme ve gelişmesini teşvik eden hormonlardan olan IAA biyolojik aktivitesinin belirmediği görülmektedir. Buna karşılık, bitki büyüme ve gelişmesini engelleyici hormonlardan olan ABA’ya ilişkin biyolojik aktivitenin, sonbaharda 225 mm/yıl yağış rejimi uygulananlar dışındaki diğer sulama rejimlerinde yetiştirilen tüm bitkilerde, ABA’ya uygun Rf bölgesinde gözlenen büyüme inhibisyonu ile bulunduğu açıkça görülmektedir. Diğer yandan yine uygulanan sulama suyu miktarına bağlı olarak, kromatogramlarda ABA’yı belirtir Rf dışında, özellikle Rf=1 bölgesi ile diğer Rf bölgelerine dağılan ve büyüme inhibisyonuna neden olan biyolojik aktif bileşiklerin bulunduğu da ortaya çıkmaktadır. Biyotestte büyüme inhibisyonuna neden olma özelliğiyle beliren ABA ve diğer büyüme inhibitörü maddelerin bu etkilerinin nitelik ve nicelikleri, sonbahar ve kış mevsiminde analizi yapılan 450 ve 675 mm/yıl yağış rejimi uygulanan kızılçam bitkilerinde daha belirgin olmaktadır (şekil 4.5 ve şekil 4.6).



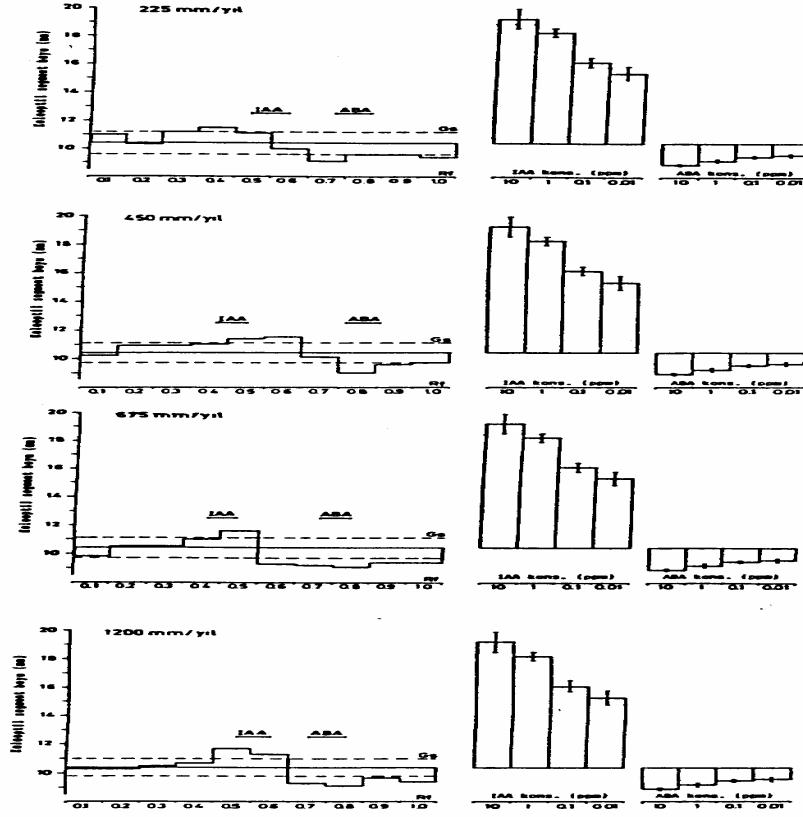
**Şekil 4.5.** Değişik sulama rejimi uygulanan kızılçam fidanlarının tepe sürgünü ibrelerinden sonbahar mevsiminde (8 Kasım 1995) ekstre ve izole edilen endogen IAA ve ABA'nın, buğday koleoptil segmenti dik büyüme biyolojik testi ile saptanan biyolojik aktivite kromatogramları. Biyolojik aktivite 5 gram bitkisel materyalde belirlenmiştir (Gs: Güvenlik sınırı).

**Figure 4.5.** Biological activity chromatogrammes of endogen IAA and ABA determined through extraction and isolation from needles of seedlings treated with different irrigation regimes at straight growth biological test of wheat coleoptile segment in autumn.



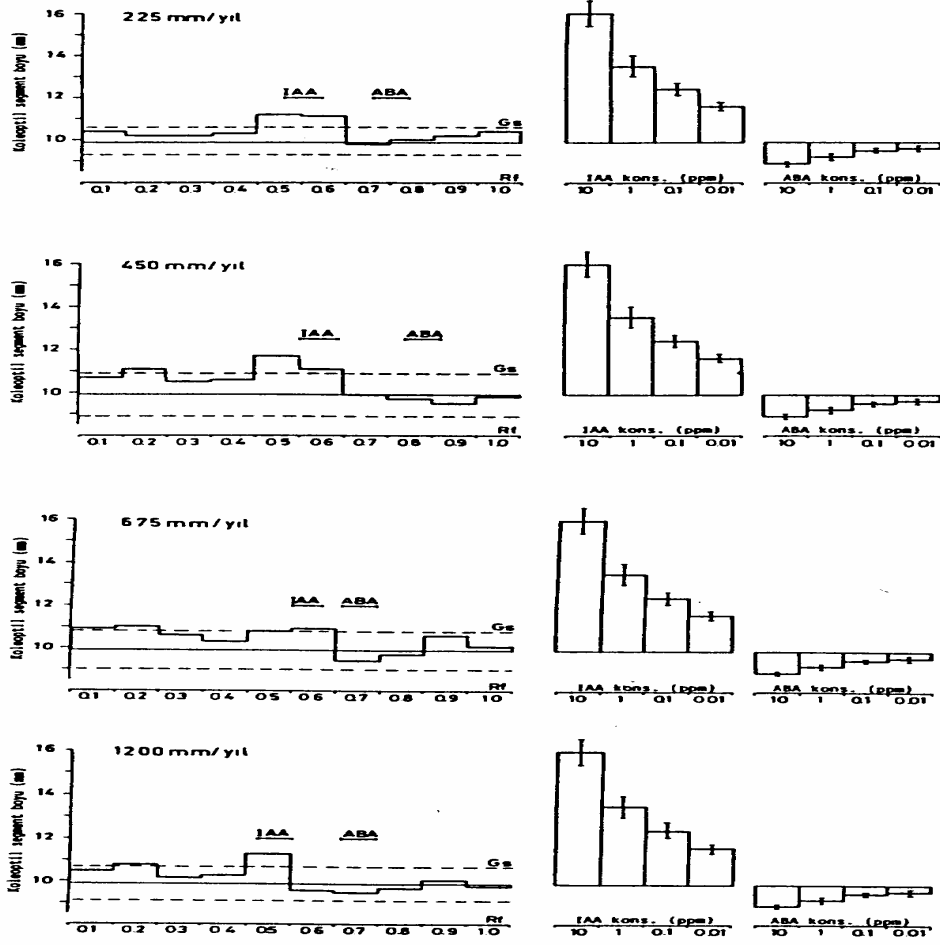
**Şekil 4.6.** Değişik sulama rejimi uygulanan kızılçam fidanlarının tepe sürgünü ibrelerinden kış mevsiminde (22 Ocak 1996) ekstre ve izole edilen endogen IAA ve ABA'nın, buğday koleoptil segmenti dik büyüme biyolojik testi ile saptanan biyolojik aktivite kromatogramları. Biyolojik aktivite 5 gram bitkisel materyalde belirlenmiştir. Gs: Güvenlik sınırı.

**Figure 4.6.** Biological activity chromatogrammes of endogen IAA and ABA determined through extraction and isolation from needles of seedlings treated with different irrigation regimes at straight growth biological test of wheat coleoptil segment in winter.



**Şekil 4.7.** Değişik sulama rejimi uygulanan kıvılcım fidanlarının tepe sürgünü ibrelerinden ilkbahar mevsiminde (18 Mayıs 1996) ekstre ve izole edilen endogen IAA ve ABA'nın, buğday koleoptil segmenti dik büyüme biyolojik testi ile saptanan biyolojik aktivite kromatogramları. Biyolojik aktivite 5 gram bitkisel materyalde belirlenmiştir. Gs: Güvenlik sınırı

**Figure 4.7.** Biological activity chromatogrammes of endogen IAA and ABA determined through extraction and isolation from needles of seedlings treated with different irrigation regimes at straight growth biological test of wheat coleoptil segment in spring.



**Şekil 4.8.** Değişik sulama rejimi uygulanan kızılçam fidanlarının tepe sürgünü ibrelerinden yaz mevsiminde (5 Ağustos 1996) ekstre ve izole edilen endogen IAA ve ABA'nın, buğday koleoptil segmenti dik büyüme biyolojik testi ile saptanan biyolojik aktivite kromatogramları. Biyolojik aktivite 5 gram bitkisel materyalde belirlenmiştir. Gs: Güvenlik sınırı

**Figure 4.8.** Biological activity chromatogrammes of endogen IAA and ABA determined through extraction and isolation from needles of seedlings treated with different irrigation regimes at straight growth biological test of wheat coleoptil segment in summer.

Farklı sulama rejiminde yetiştirilen kızılçam fidanlarının ilkbahar mevsimindeki endogen IAA ve ABA içeriklerine ilişkin biyolojik test kromatogramları incelendiğinde (şekil 4.7), sonbahar ve kış mevsimlerinden farklı olarak, fidanlarda belirgin bir IAA aktivitesinin varlığı saptanmıştır. Öte yandan



bitkilerde, özellikle sulama suyu miktar artışına paralel olarak biyolojik etkinliği artan bir ABA aktivitesi de görülmektedir. Hatta 225 ve 450 mm/yıl yağış rejimi uygulanan bitkilerde, ABA'dan başka büyüme inhibisyonu yapan maddelerin de biyolojik etkinlikler gösterdiği, kromatogramlarda açıkça ortaya çıkmaktadır.

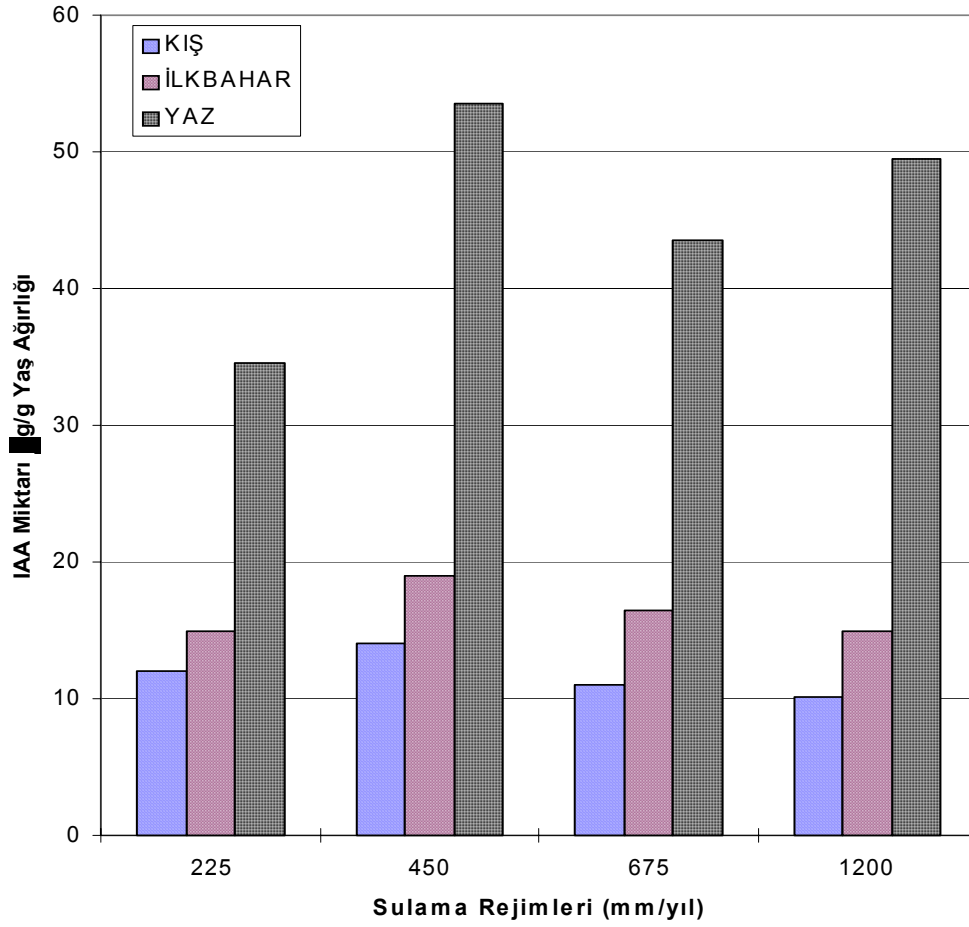
Değişik sulama suyu ile sulanan kızılçam fidanlarından yaz mevsiminde yapılan endogen IAA ve ABA analizlerini gösteren biyolojik aktiviteye ilişkin sonuçlar şekil 4.8'de verilmiştir. Dört farklı sulama rejiminde yetiştirilen bitkilerde, uygulanan sulama rejimi ne olursa olsun, büyüme engelleyici ABA biyolojik etkinliğinin bulunmadığı, buna karşılık büyüme teşvik edici IAA etkinliğinin var olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu açıdan, özellikle 225 ve 450 mm/yıl yağış rejimi uygulanan bitkilerdeki endogen IAA miktarını gösterir biyolojik aktivitenin, 650 ve 1 200 mm/yıl yağış rejimi uygulanan bitkilerden daha yüksek olduğuda görülmektedir. Diğer yandan, 225 mm/yıl sulama uygulananlar dışındaki diğer sulama rejimi uygulanan fidanlarda 0,2 Rf değerinde bir büyüme teşvik edici aktivitenin de belirdiği görülmektedir.

Yıllık yağışları örnekleyen farklı sulama rejimleri etkisinde bırakılan kızılçam fidanlarında mevsimsel olarak yaptığımız ve biyolojik testlere dayalı olarak belirlediğimiz endogen IAA ve ABA analizlerinden şu sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Genellikle tüm bitkiler için büyüme gelişmenin baskı altına alındığı Sonbahar ve Kış mevsimlerinde, incelediğimiz kızılçam fidanlarında da büyüme teşvik edici IAA biyolojik aktivitesinin bulunmadığı, buna karşılık büyüme engelleyici ABA ve diğer büyüme inhibitörlerine ilişkin biyolojik aktivitenin belirgin şekilde ortaya çıktığı görülmektedir (şekil 4.5 ve şekil 4.6). İlkbahar mevsiminde ise kızılçam fidanlarında, gerek IAA ve gerekse ABA 'nın biyolojik etkinlik gösterebilecek miktarda buldukları saptanmıştır (şekil 4.7). Yaz mevsiminde yapılan analiz sonuçlarına göre, kızılçam fidanlarında büyüme teşvik edici IAA varlığına karşın, büyüme engelleyici ABA'ya ilişkin herhangi bir biyolojik aktivite gözlenmemiştir (şekil 4.8).

Diğer yandan, sonbahar mevsimine ilişkin ve biyolojik teste dayalı ilk bitkisel hormon analizi sonuçlarının ortaya koyduğu biyolojik aktivitelerin niceliklerinin ortaya konmasına da çalışılmıştır. Bu amaçla 1996 yılı kış, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde materyalde yapılan bitki hormonu (IAA ve ABA) analizi sonuçları, bundan önce verilen biyolojik testler yanında, kantitatif değerler veren spektrofotometrik yöntemle de değerlendirilmiştir.

Yöntemde belirtildiği gibi, mevsimsel olarak biyolojik testlerle paralel yapılan bitki ekstraktından saflaştırılan ve kromatografi ile izole edilen IAA ve ABA, işaretleyicilerine uygun kromatogram Rf'inden metanol ile ayrıştırılmıştır. Böylelikle bitkiden alınan materyalde bulunan tüm içsel IAA ve ABA içeriği spektrofotometre ile kantitatif olarak belirlenmiştir.

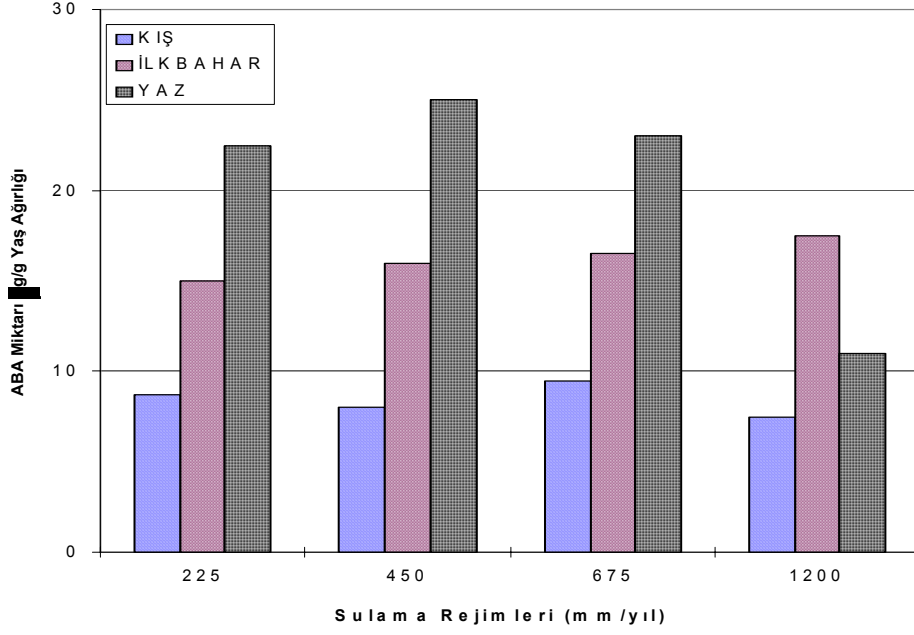
Buna göre, dört farklı sulama rejimi etkisindeki kızılçam fidanlarının kış, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde alınan ibrelerinden hazırlanan ekstraktlarda spektrofotometrik yöntemle saptanan endojen (içsel) IAA ve ABA miktarları şekil 4.9 ve şekil 4.10'da verilmiştir.



**Şekil 4.9.** Değişik sulama rejimlerinde yetiştirilen kızılçam fidanlarının tepе sürgünlerindeki ibrelerinden ekstre ve izole edilen endogen IAA miktarlarının mevsimsel dağılımı.

**Figure 4.9.** Seasonal distribution of endogeneous IAA extracted and isolated from *Pinus brutia* needles grown at various irrigation regimes.

Elde ettiğimiz sonuçlara göre, kızılçam fidanlarına uygulanan sulama rejimi ne olursa olsun, genelde bitkideki endojen IAA içeriğinin kış mevsiminde en düşük, yaz mevsiminde ise en yüksek düzeye ulaştığı görülmektedir. Analiz yapılan mevsimlere göre, bitkideki en yüksek IAA miktarının 450 mm/yıl yağış rejiminde bulunduğu da ortaya çıkmaktadır.



**Şekil 4.10.** Değişik sulama rejimlerinde yetiştirilen kızılçam fidanlarının tepe sürgünlerindeki ibrelerinden ekstre ve izole edilen endogen ABA miktarlarının mevsimsel dağılımı.

**Figure 4.10.** Seasonal distribution of endogenous ABA extracted and isolated from *Pinus brutia* needles grown at various irrigation regimes.

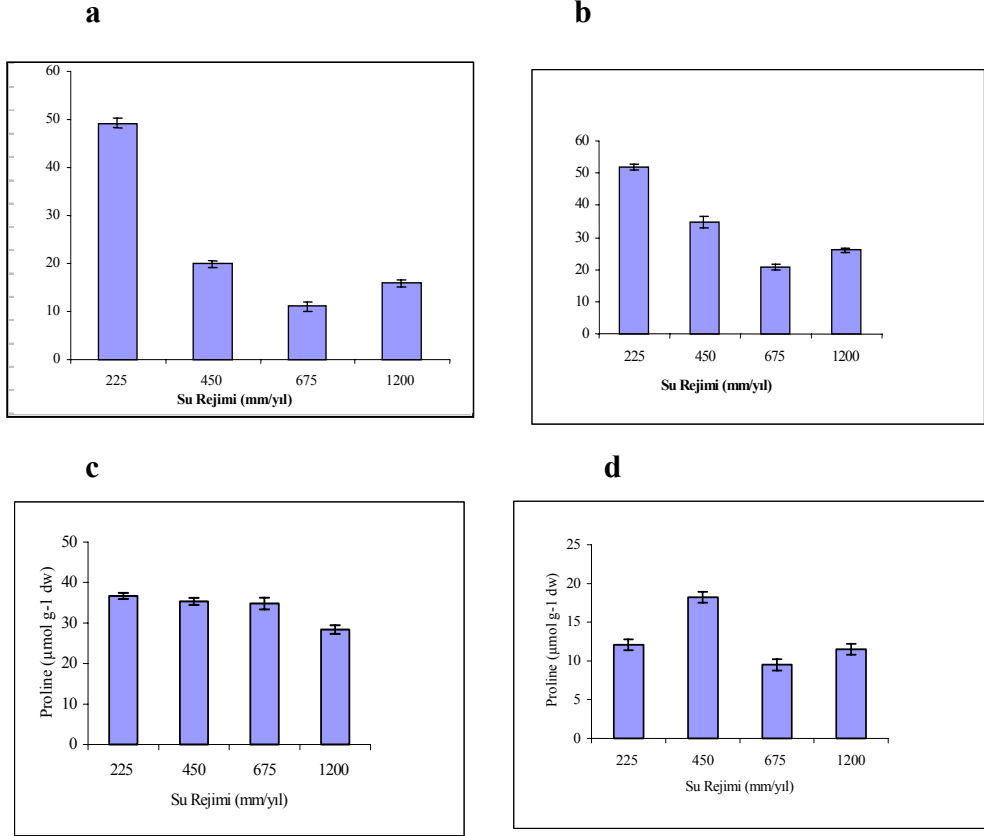
Kızılçam fidanlarının endojen ABA miktarlarının sulama rejimine göre mevsimsel dağılımını gösteren şekil 4.10 daki sonuçlar irdelendiğinde, bitkideki IAA miktarı gibi, ABA miktarında kış mevsiminden başlayarak, yaz mevsimine doğru artış gösterdiği saptanmıştır. Bununla birlikte, genelde kış ve ilkbahar mevsimini temsil eden tarihlerde yapılan analizlerde, bitkideki endogen ABA ve IAA miktarı 10-15 mikrogram düzeyinde olmaktadır. Oysa yaz mevsiminde, 1 200 mm/yıl yağış rejimi dışındaki rejimlerde yetiştirilen bitkilerdeki gram doku başına ABA miktarı, yaklaşık 25 mikrogram düzeyine çıkarken (şekil 4.10), bitki dokularındaki IAA düzeyi ise yaklaşık 50 mikrogram gibi çok daha yüksek bir değere ulaşmaktadır.

Materyalimizde spektrofotometrik yöntemle dayalı olarak belirlediğimiz kantitatif IAA ve ABA değerleri, biyolojik testlerle kış mevsiminde belirleyemediğimiz IAA'nın ve yaz mevsiminde belirleyemediğimiz ABA'nın da kızılçam fidanlarında bulunduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

### 4. 3. Prolin Analiz Sonuçları

Değişik sulama miktarlarında yetiştirilen kızılçam fidanlarından alınan ibre örneklerindeki prolin miktarı şekil 4.11’de verilmiştir. Şekilden görüleceği üzere prolin içeriği 225 mm/yıl ve 450 mm/yıl sulama rejiminde yetiştirilenlerde 675 mm/yıl sulama miktarı uygulananlara göre daha yüksek olmuştur. Sulama miktarı azaldıkça prolin birikiminde belirgin bir artış gözlenmiştir.

Prolin birikiminin mevsimsel değişim gösterdiği gözlenmiştir. Maksimum prolin içeriği yaz mevsiminde ortaya çıkmıştır. Ağustostaki evaporasyon artışının getirdiği su eksikliği dört farklı sulama miktarındaki fidanlarda prolin birikiminin en yüksek düzeye çıkmasına neden olmuştur.

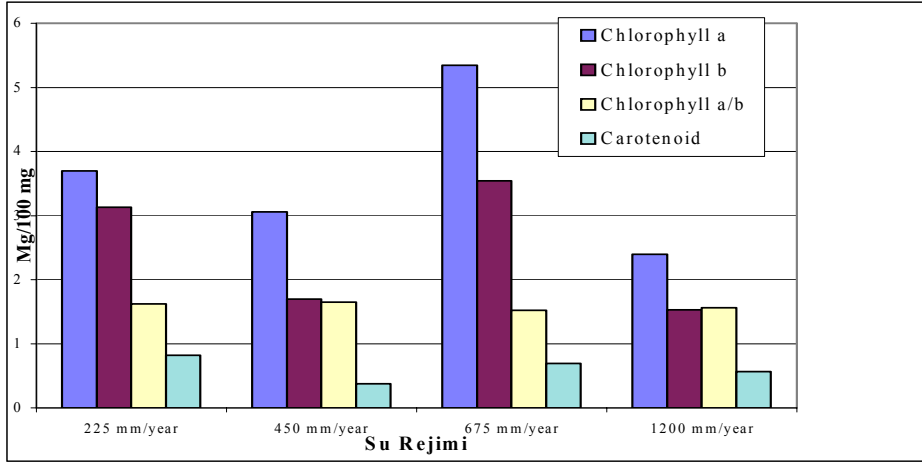


**Şekil 4.11.** Kış (a ), ilkbahar (b), yaz (c) ve sonbahar (d) mevsiminde değişik sulama rejimi (225, 450, 675, 1 200 mm/yıl) uygulanan kızılçam fidanlarındaki prolin miktarları

**Figure 4.11.** Free proline contents in the needles of Pinus brutia seedlings watered different irrigation regimes (winter(a), spring(b), summer(c), autumn (d)).

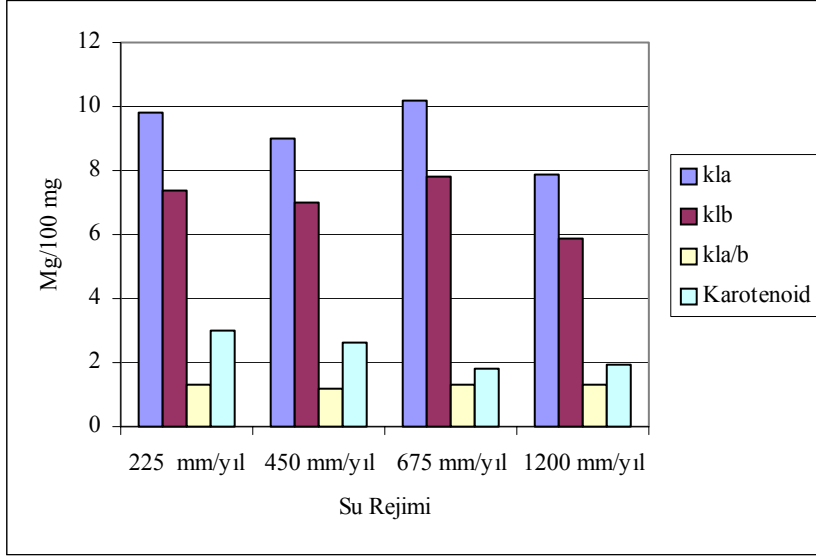
Su stresine maruz kalmış dokularda prolinin birikimi bu maddenin glutamattan sentezindeki bir artışın sonucu olabilir. Aynı zamanda kurak koşullarda yetişen bitkilerde prolinin oksidasyonu ve yeni dokulara katılımının da azaldığı bildirilmektedir (Kozłowski 1991). Bu yönüyle, su stresine maruz bıraktığımız fidanlarda prolin miktarı artışının, hücre içi ozmotik basıncın artırılmasına yönelik bir adaptasyon şekli olabilir.

#### 4.4. Klorofil Analiz Sonuçları



Şekil 4.12. Kızılcım fidanlarındaki fotosentetik pigment miktarları, Kasım 1995.

Figure 4.12. Photosynthetic pigment contents in the needles of *P. brutia* seedlings on autumn 1995



**Şekil 4.13.** Kızılcım fidanlarındaki fotosentetik pigment miktarları, Mayıs 1996.

**Figure 4.13.** Photosynthetic pigment contents in the needles of *P. brutia* seedlings on spring 1996

Farklı sulama rejimine maruz bıraktığımız kızcım fidanlarında klorofil miktarının da farklılıklar gösterdiği bulunmuştur. Toplam pigment miktarları bitki gelişimi için en uygun dönem olan ilkbahar mevsiminde daha yüksek düzeydedir (şekil 4.13). Sonbahar ve ilkbaharda yapılan analiz sonuçları incelendiğinde (şekil 4.12- 4.13) en yüksek kla ve klb miktarının 675 mm/yıl sulama rejimi uygulanan bitkilerde olduğu görülmüştür. 225 ve 450 mm/yıl su uygulanan gruplarda klorofil miktarında azalma olduğu saptanmıştır. 1 200 mm/yıl sulama uygulanan bitkilerde klorofil miktarında görülen azalma ise dokunun içerdiği su miktarının fazla oluşuyla açıklanabilir.

## 5. TARTIŞMA

Bitkilerde büyüme ve gelişmenin düzenlenmesi, oluşturdukları hormon tiplerine, miktarlarına ve birey oluş sürecinde dokuların bu maddelere karşı duyarlılıklarının değişimlerine bağlıdır. Karasal yaşama ortamı, sürekli değişim gösteren edafik ve iklimsel faktörleriyle, bitkilerde büyüme ve gelişmeyi düzenlemede etkin rol oynayan hormonal bileşim üzerinde kesin bir denetime sahiptir. Gerçekte su ve suda çözülmüş mineral maddeleri sağlama zorunluluğu nedeniyle toprağa bağımlı yaşayan bitkilerin genetik potansiyelleri de, yaşama ortamının ekolojik koşullarıyla uyumluluk göstermektedir. Ancak uyumlu ortam bile, üzerinde yaşayan bitkiler için, her zaman optimum koşullar sağlayamaz. Bu bağlamda, ışık, sıcaklık ve su, yaşamsal önemde olmakla birlikte, o ölçüde de değişken iklimsel etmenlerdir. Bu yönüyle, yaşam sıvısı olan suyun bitkilerin büyüme ve gelişmesindeki rolü tartışılmaz önemdedir.

Bilindiği gibi su topraktaki yararlanılabilir miktarına bağımlı olarak karasal bitkilerin hidrofiter, mezofiter ve kserofiter biçiminde sınıflandırılmasında temel etkindir. Aslında metabolik reaksiyonların gerçekleştiği ortam olan su, bitkilerde metabolizma ve onunla bağımlı büyüme ve gelişme olaylarında da temel rol oynamaktadır.

Yeterli su ve eksikliğindeki su stresine en duyarlı yanıtın, daha hücre büyümesi düzeyinde ortaya çıktığı görülmektedir. Bu açıdan, toprak su potansiyelinin düşmesi, hücre büyümesinde algılanabilir bir azalmaya neden olmaktadır (Neumann et al. 1989; Sakurai and Kuraiishi 1988). Diğer yandan, bitkilerde su ekonomisinin düzenlenmesinde bitki hormonlarının oynadıkları rolde, son yıllarda yapılan araştırmalarla ortaya konmuş bulunmaktadır. Bu bağlamda, hormonların stoma davranışlarını etkileyecek transprasyonu ve böylece bitkilerde su tüketiminde; büyüme ve kök etkinliklerini düzenleyerek de, suyun alınımı, taşınımı ve metabolizmasında denetleyici rol oynadıkları, açıkça ortaya konmuştur (Monsfield ve McAinsh 1995).

Değişik sulama rejimleri uyguladığımız kızılçam fidanlarında gövde büyümesinin, verilen sulama suyu miktarına sıkı sıkıya bağımlı olduğu, deney sonuçlarımızda açıkça görülmektedir (şekil 4.2, şekil 4.3 ). Aslında kserofitik özellikteki bu bitkiye, İzmir yöresinin yıllık yağış rejimini temsil eden aralıktaki 450 ve 675 mm/yıl sulama suyu uygulaması ile bundan daha düşük (225 mm/yıl) ve yüksek (1 200 mm/yıl) sulama suyu uygulaması, bitkide gövde büyümesinin, su miktarına bağımlı olarak belirmesine neden olduğunu göstermiştir. Diğer yandan, kızılçam fidanlarında, deney süresince gelişen ibre büyüklüklerinde gövde büyümesi gibi, sulama suyu miktarına bağlı olduğunu gösterir sonuçlar vermiştir (şekil 4.4). Bu deney sonuçlarımıza göre, kızılçam fidanlarındaki gövde uzama büyümesi ve ibre büyümesinin, uyguladığımız sulama rejimlerinde elde edilen bu değerler açısından istatistik önemde farklı olmaları nedeniyle, topraktaki su miktarıyla ilişkilidir. Elde ettiğimiz bu sonuçlar, bitki büyümesinin toprak su içeriğiyle ilişkili olduğunu belirten ve su stresinin bitkilerde büyümeyi engellediğini ortaya koyan pek çok araştırma ve

bunları derleyen literatür ile uyumlu olmaktadır (Hsiao 1973; Bradford and Hisio 1982; Kramer 1983; Levit 1980; Morgan 1984; Ross et all 1983).

Diğer yandan, farklı sulama rejimleri uyguladığımız kızılçam fidanlarının mevsimsel büyüme değerlerinin mevsimlere bağlı kalıtsal büyüme potansiyeli ile ilişkili olduğu, elde ettiğimiz sonuçlarda açıkça görülmektedir (şekil 4.2). Bu sonuçlara göre, 225 mm/yıl sulama rejiminde, bitkide su stresi nedeniyle, genelde azalan büyüme potansiyeli, ilkbahar ve sonbaharda uyarılmakta, kış ve yaz mevsimlerinde ise en düşük düzeye inmektedir. 450 ve 675 mm/yıl sulama rejimi, bitkide büyüme mevsimi olan ilkbahar'daki ve yaz mevsimini kapsayan büyüme potansiyelini, su miktarına bağlı olarak arttırmaktadır. Bitkiye uygulanan bol sulama ise (1 200 mm/yıl), kserofit bir form olan kızılçamda da , mezofitik bitkilere benzer mevsimsel bir büyüme davranışının ortaya çıkmasına neden olan büyüme değerleri ortaya koymaktadır. Özellikle 225 ve 450 mm/yıl gibi düşük sulama rejimi uygulanan kızılçam fidanlarında bahar mevsimlerinde havanın su buharı yönünden daha yüksek değerler taşımasıyla ilişkili olabilir. Daha uygun sulama rejimlerinde ilkbahar ve yaz mevsimlerinde bitkide gözlediğimiz büyüme potansiyeli artışı ise, genelde bitkilerde görülen mevsimsel büyüme periyoditesiyle uygunluk göstermektedir (Salisbury and Ross 1992).

Değişik sulama rejimleri uyguladığımız kızılçam fidanlarının sürgün ucu ve ibrelerinde mevsimsel olarak yaptığımız endogen oksin (indol-3-asetik asit) ve absisik asit analizlerinden elde ettiğimiz sonuçlar, bitkinin büyüme potansiyeli ile ilişkili görünmektedir. Buna göre, bitkinin asıl büyüme mevsimi olan ilkbahar ve yaz mevsimlerinde, büyümeyi teşvik eden IAA biyolojik aktivitesinin (şekil 4.7 ve şekil 4.8); büyümenin engellendiği sonbahar ve kış mevsimlerinde ise, bir büyüme inhibitörü olan ABA biyolojik aktivitesinin arttığını (şekil 4.5 ve şekil 4.6) gösterir sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlarımız, bitkilerde büyümenin teşvik edildiği ve engellendiği dönemlerdeki hormonal içeriği yansıtan verilerle uyumludur (Thimann 1977; Moore 1989; Davies 1995). Diğer yandan, uygulanan sulama rejiminin de bitkide endogen ABA düzeyinde etkin olduğu görülmektedir. Bu açıdan 1 200 mm/yıl yağış rejimi dışındaki uygulamalarda, azalan sulama miktarına bağlı olarak bitkide, gerek kantitatif ABA miktarı artışı (şekil 4.12) ve gerekse bu hormonun biyolojik etkinliğinin görülmesi, su stresinde diğer bitkilerde de görülen tepkilerle uyumludur. Gerçekten de, su stresine uğrayan bitkilerde, stres süresince endogen ABA düzeyinin arttığı saptandığından (Mizrahi and Richmond 1972; Hiron and Wright 1973; Loveys and Kriedemann 1973; Itai and Benzioni 1976; Itai 1978; Newville and Ferrell 1980) deney sonuçlarımız bu tür verilerle uygunluk göstermektedir. Diğer bitkilerde görüldüğü gibi, inceleme materyalimize yakın sistematik kategoride yer alan *Pseudotsuga menziesii*'de, kuraklık sonrası sulanan bitkide, kurak uygulaması ile artan ABA düzeyi ve stoma direncinin normale döndüğü ortaya konmuştur. (Newwille and Ferrell 1980). Biz buna benzer durumu, 1 200 mm/yıl yağış rejimi uygulanan bitkimizde, diğer su rejimi uygulamalı bitkilerimize göre, ilkbahar ve yaz mevsimindeki daha düşük endogen ABA içeriğiyle gözlemiş bulunmaktayız.



Bundan başka, özellikle 225 ve 450 mm/yıl sulama rejimi uyguladığımız bitkilerde, büyüme azalmasında tek etkenin, artan ABA miktarının değil, biyolojik etkinlikte başka inhibitörlerin de bu olayda rol oynadığını söylememiz olanaklıdır. Çünkü bu tür uygulamalı bitkilerin biyolojik aktivite kromatogramlarında (şekil 4.5, şekil 4.6 ve şekil 4.8) ABA dışında, değişik Rf değerlerine yayılmış biyolojik etkin inhibitörlerin varlığı da görülmektedir. Niteliğini belirleyemediğimiz bu inhibitörlerin, çeşitli fenolik bileşikler olması muhtemeldir (Kefeli 1978).

Kozlowski (1991)'e göre su stresine maruz kalmış dokulardaki prolin birikiminin glutamattan sentezindeki bir artışın sonucu olduğu, diğer yandan da prolin oksidasyonunda ve yeni dokulara katılımında da azalma olduğunu belirtilmektedir.

Diamathoğlu ve Rhizopoulou (1992)'e göre Akdeniz ikliminde kurak periyotta *Pinus slyvestris*'in ibrelerinde serbest prolin içeriğinin arttığını bulmuşlardır. Bu yönüyle verilerimiz bu araştırmacıların verileriyle uygunluk göstermektedir. Aynı araştırmacılar öz odununda, kabukta ve yapraklarda serbest prolin içeriğinin bizim araştırmamıza benzer şekilde Temmuz ve Ağustosta en üst düzeye ulaştığını rapor etmişlerdir.

Su eksikliğine bağlı olarak klorofil ve karoten miktarı da azalmıştır. Bu bulgular buğday yapraklarında klorofil sentezinin su stresinin etkisiyle belirgin şekilde azaldığını bulan Bengston ve ark. (1978)'nin bulgularıyla desteklenmektedir. Klorofildeki azalma su eksikliğinin protoklorofil oluşumundaki ve bunun sonucunda yeşillenme işlemlerinin su eksikliğinden olumsuz yönde etkilenmesinin bir sonucudur. Kla'nın klb'ye oranının bütün sulama rejimlerinde birbirine yakın değerler içermesi, kızılçamın fotosentez metabolizması tipinde herhangi bir değişiklik göstermediğini ortaya koymuştur.

Sonuç olarak, Ross ve ark.'nın açıkça vurguladıkları gibi, ağaç büyümesindeki mevsimsel potansiyel değişiklikleri, büyük ölçüde su sağlanması ile ilişkili belirlemektedir (Ross et al. 1983). Elde ettiğimiz sonuçların da gösterdiği gibi, bitkilerde su sağlanmasındaki güçlükler (su stresi) ve kolaylıklar, endogen bitki hormonlarının nicelik ve niteliklerinde oluşturdukları değişimler ve karşılıklı etkileşimlerle uyumlu bir bitki büyüme potansiyelinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır diyebiliriz.

## ÖZET

Bu çalışmada, Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) fidanlarının, uygulanan farklı sulama rejimlerindeki büyümesi ve bu büyümenin düzenlenmesinde, endojen oksin, absisik asit, giberellin ve prolin içerikleriyle olan ilişkiler incelenmiştir.

Denemelerde materyal olarak kullanılan 2 yaşındaki kızılçam fidanları 30'ar bireyli 4 gruba ayrılmıştır. Gruplara 225, 450, 675 ve 1 200 mm/yıl sulama rejimi uygulanmıştır.

Deneme süresince mevsimsel olarak fidan boyları ile deneme sonundaki ibre boyları ölçülmüş ve elde edilen değerler varyans analizi ve LSD testi ile analiz edilmiştir. Diğer yandan, fidanların tepe sürgünlerinden alınan 5 g ibre örneklerinde, bitki hormonlarından IAA ve ABA biyolojik test ve spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, kızılçam fidanlarına uyguladığımız sulama suyu miktarının artışına paralel olarak bitkinin boyu artmaktadır. Tüm sulama rejimlerinde, en yüksek büyüme potansiyeli ilkbahar mevsiminde; en düşük büyüme ise kış mevsiminde görülmüştür. Fidanların ibre boylarının da uygulanan su miktarına bağlı olarak arttığı saptanmıştır.

İbrelerde mevsimsel olarak yapılan endojen IAA ve ABA analizlerine göre en yüksek IAA biyolojik aktivitesi ilkbahar ve yaz mevsiminde; en yüksek ABA biyolojik aktivitesi ise yaz ve kış mevsiminde görülmüştür. Özellikle sonbahar ve kış mevsimlerinde ABA dışındaki inhibitörlerin de biyolojik etkinliği saptanmıştır. Fidanlardaki kantitatif ABA miktarı, uygulanan su miktarının azalmasıyla artmıştır. Su miktarındaki azalmaya bağlı olarak ibrelerde prolin düzeyinde yükselme saptanmıştır.

Sonuç olarak kızılçam fidanlarındaki büyümenin, uygulanan sulama rejimine ve bununla bağıntılı olarak bitki bünyesinde değişen endojen hormon miktarı değişimleriyle ilişkili olduğu görülmüştür.

## SUMMARY

In this study, growth rate of Turkish Red Pine (*Pinus brutia* Ten.) seedlings in different irrigation regimes and in regulation of this growth, relations between contents of endogenous auxin and abscisic acid have been examined.

Experiment has been partitioned as 4 plot each consisting of 30 individuals of 2 years old seedlings. 225, 450, 675 and 1 200 mm/year irrigation regimes have been applied to plots.

Along the trial, seasonal seedling heights and final needle lengths have been measured. Collected data have analysed with analysis of variance (VAT) and tested with LSD. IAA and ABA from phytohormones have been determined by means of biological test and spectrophotometric method in the 5 g needle specimens gathered from apex shoots.

Due to results, plant length is increasing in parallel with increased amount of water. The highest growing potential is in summer and the lowest is in winter. Needle lengths are increasing in accordance with increment of applied water amount.

According to the results obtained from results of seasonal analysis of endogenous IAA and ABA, it has been observed that the highest IAA biological activity is in spring and summer, the highest ABA biological activity is in summer and winter. Biological activity of inhibitors other than ABA have been specifically determined. Quantitative amount of ABA in seedlings are decreased in contrary to increment of applied amount of water. On the other hand, a marked increase in prolin level in the needles were found with a decrease in the amount of water applied to the seedlings.

As final result, it has been observed that growth rate of Turkish Red Pine seedlings depends on applied irrigation regime and, as a consequence, changes of endogenous hormone amount in plant body.

## KAYNAKLAR

- AHMAD, I., LARHEIZ, F., MANN, A. F., MCNALLY, S. F., STEWART, G. 1982: Nitrogen metabolism of Holophytes. IV. Characteristics of Glutamine synthase from *trilobium maritima*. *New Phytologist*, 91: 585-595.
- AMBERGER – OCHSENBAUER, S, AND OBENDORFER, J. 1988: Levels of free proline in ornamental plants: L. influence of plant age, leaf age, and leaf region in *Saintpaulia* and *Chrysanthemum*. *J. Plant Physiol.* 132: 758–61.
- AXBAZHAGAN, M., KRISITNAMURTHY, R. AND BNOGWAT, K. A. 1988: Proline: An enigmatic indicator of air pollution tolerance in rice cultivars, *J. Plant Physiol.* Vol. 133, 122-123.
- BADR, S.A.; MARTIN, G.C. and HARTMAN, H.T. 1971: A Modified Method for Extraction and Identification of abscisic acid and gibberellin like substances from the olive (*olea europaea*) *Physiol Plantarum*, 24,191-198
- BATES, L. S., WALDREN, R. P. AND TEVRE, I. U. 1973: Rapid determination of free proline for waterstress studies. *Plant and soil.* 39: 205-207.
- BUHL, M. B., STEWART, C. R. 1983: Effects of NaCl on proline synthesis and utilization excised barley leaves. *Plant Physiol.* 72, 664-667.
- BENGSTON, C., KLOCKARE, B., KLOCKARE, R., LARSON, S. AND SUNDGRIST, C. 1978: The after effect of water stress on chlorophyll formation during greening and the levels of abscisic acid and proline in dark grown wheat seedlings, *Plant Physiol.* 43, 205-212
- BRADFORD, K. J. AND HSIAO, T. C. 1982: Physiological Responses to Moderate Water Stress, *Encyclopedia of Plant Physiology, New Series, Vol. 12B, 263-324, Springer-Verlag. Berlin.*
- COUGHLAN, S. J., WYN JONES, R. G. 1980: Some responses of Spineceae oleraceae to salt stress. *J. Exp. Bot.* 31, 883-893.

- ÇEPEL, N. 1978: Orman Ekolojisi, İstanbul, 534 s.
- DAVİES, P. J. 1995: Plant Hormones : Physiology, Biochemistry and Molecular Biology. Kluwer Akademik Publishers, Dordrecht, 833 p.
- DAVİES, W. J. AND KOZŁOWSKI, T. T. 1975: Effects of applied abscisic acid and plant water stress on transpiration of woody angiosperms. *For. Sei.* , 22: 191-195.
- DİAMONTOGLOU, S. AND RHİZOPOULOU, S. 1992: Free proline accumulation in sapwood, Bark and leaves of three evergreen sclerophylls and a comparison with an evergreen conifer. *J. Plant Physiol.* Vol. 140 pp. 361-365
- HANDSON, A. D., HİTZ, W. D. 1982: Metabolic responses of mesophytes to plant water deficits: *Ann. Rev. Plant Physiol.* 33: 163-203.
- HİRON, R.P.W, AND WRİGHİT, S. T. C. 1973: The role of endogenous abscisic acid in the response of plants to stress. *J. Exp. Bot.*, 24: 769-781.
- HSİAO, T.C. 1973: Plant responses to water stress. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 24, 519-570.
- IŞIK, K. 1987: Kızılçamda (*Pinus brutia* Ten.) Orijin Denemeleri, Ankara, 139 s.
- İTAİ, C. AND BENZİONİ, A. 1976: Water stress and hormonal reponse. 225-242, *Water and Plant Life*, Lange, O.L., Kappen, E. and Schultze, E. (Eds), Springer-Verlag, Berlin.
- İTAİ, C. AND BENZİONİ, A. 1976: Water stress and Plant Life, Lange, O.L., Kappen, E. and Schultze, E. (Eds), Springer-Verlag, Berlin.
- İTAİ, C. 1978: Respons of *Eucayptus occidentalis* to water stress indused by NaCl. *Physiol. Plant.*, 43: 377-379.
- JACKSON, G.E., İRVİNE, J., GRACE, J. AND KHALİL, A.A.M. 1995: Abscisic acid concentrations and fluxes in droughted conifer saplings. *Plant Cell and Environ.*, 18: 13-22.

- JONES, R. J. AND MANSFIELD, T. A. 1970: Suppression of stomatal opening in leaves treated with abscisic acid. *J. Exp. Bot.*, 21:714-719.
- KEFELÍ, V. I. 1978: Natural Plant Growth Inhibitors and Phytohormones, Dr. W. Junk by Pub., The Hague, Boston, 277 p.
- KHALIL, A. A. M. AND GRACE, J. 1993: Does xylem ABA control the stomatal behaviour of water-stressed sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.) seedlings? *J. Exp. Bot.*, 44: 1127-1134.
- KOZŁOWSKI, T.T., KRAMER, P.J. AND PALLARDY, S.G. 1991: The Physiology of Woody Plants. Academic Press, Inc., San Diego, 657 p.
- LEVIT, J. 1980: Responses of Plants to Environmental Stresses. Vol. 2. Water, Radiation, Salt and Other Stresses. 2<sup>nd</sup> Edition, Academic Press, New York. 607 p.
- LEVIT, J. 1980: Responses of Plants to Environmental Stresses, 2<sup>nd</sup> Edition, Volume II: Water, Radiation, Salt, and Other Stresses, Academic Press, New York and London, 482 p.
- LIVNE, A. AND VAADIA, Y. 1972: Water deficits and hormone relations. 225 - 275, Water Deficits and Plant Growth, Vol. 3, Kozłowski, T. T. (Ed.), Academic Press, New York.
- LOUSTAU, D., CREPEAU, S., GUYE, M.G., SARTORE, M. AND SAUR, E. 1985: Growth and water relations of three geographically separate origins of maritime pine (*Pinus pinaster*) under saline conditions. *Tree Physiology*, 15: 569-576.
- LOVEYS, B. R. AND KRIEDEMANN, P. E. 1973: Rapid changes in abscisic acid-like inhibitors following alteration in vine leaf water potential. *Physiol. Plant.*, 28: 476- 479.
- MANSFIELD, T. A. AND MCAINSH, M. R. 1995: Hormones as regulators of water balance, 598-616, Plant Hormones: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology, Davies, P. J (Ed.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 833 p.

- MİZRAHİ, Y. AND RİCHMOND, A.E. 1972: Hormonal modification of plant response to water stress. *Aust. J. Biol. Sci.*, 25: 437-442.
- MOORE, T. C. 1989: Biochemistry and Physiology of Plant Hormones. Second edition, Springer-Verlag, New York, 330 p.
- MORGAN, J. M. 1984: Osmoregulation and water stress in higher plants. *Anm. Rev. Plant Physiol.*, 35: 299-348.
- NEUMANN, P. E., VAN VOLKENBURGH, E., CLELAND, R. E. 1988: Salinity stress inhibits bean leaf expansion by reducing turgor, not wall extensibility. *Plant Physiol.*, 88: 233-237.
- NEWVILLE, E.G. AND FERRELL, W.K. 1980: Abscisic acid levels and stomatal behaviour during drought and recovery in Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*). *Can. L. Bot.*, 58: 1370.\*
- ÖKTEM, E. 1987: El Kitabı Dizisi: 2, 13-22, 25-56 Kızılçamın Botanik Özellikleri (*Derl.*) Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Ankara, 182 s.
- PALAVAN - ÜNSAL, N. 1993: Bitki Büyüme Maddeleri. İ. Ü. Basımevi ve Film Merkezi, İstanbul, 357 s.
- PALEG, L. G., ASPİNALL, D. 1981: The Physiology and biochemistry of drought resistance in plants. Academic Press. NewYork. 491 p.
- PERRY, M. A., MİTCHELL, R. J., ZUTTER, B.R., GLOVER, G. R. AND GJERSTAND, D.H. 1994: Seasonal variation in competitive effect on water stress and pine responses. *Can. J. For. Res.*, 24: 1440-1449.
- ROSS, S.D , PHARİS, R.P. AND BİNDER, W.D. 1983: Growth regulators and conifers: Their physiology and potential uses in forestry. 35-78, *Plant Growth Regulating Chemicals*, Vol.2, Nickell, L. G. (*Ed.*), CRC Press, INC., Boca Raton, Florida, 256 p.
- SAKURAI, N., AND KURAIŞHİ, S. 1988: Water potential and mechanical properties of the cell wall of hypocotyls of dark-grown squash (*Cucurbita maxima* Duch.) under water-stress conditions. *Plant Cell Physiol.*, 29: 1337-1343.

- SALISBURY, F. B. AND ROSS, C. W. 1992: Plant Physiology. Fourth Edition, Wadsworth Publishing Company, Belmont, California, 682 p.
- SCHOBERT, B., TSCHESCHE, H. 1978: Unusual salitior prooperties of proline and its interaction with proteins, *Biochem. Biophys. Acta*, 541 p, 270-277.
- SCOTT, T.K., JACOBS, W.P. 1964: Critical assestment of technic for identified the physiology sipnificant auxins in plant. In *Regulateur Naturels de la croissance Regetale*, eds. C.N.R.S., paris, pp.457-474
- SMITH, T. A. 1985: Polyamines. *Ann. Rev. Plant Physiol.* , 36 : 117-143.
- THIMANN, K. V. 1977: Hormone Action in the Whole Life of Plants. The University of Massachusetts Press, Amherst, 448 p.
- WARTINGER, A., HEILMEIER, H., HARTUNG, W. AND SCHULZE, E.-D. 1990: Daily and seasonal courses of abscisic acid in the xylem sap of almond trees (*Prunus dulcis* M.) under desert conditions. *New Phytol.*, 116:581-587.
- WITHAM, H. FRANCIS; BLAYDES, F. DAVID; DEVLIN, M. ROBERT 1971: Experiments in Plant Physiology. 245 p. Van Nostrand Reinhold Company. NewYork.
- WYN JONES, R. G., STOREY, R. 1978: Salt stress and Comperative physiology in the Gramineae, IV. Comparision of salt stress in *Sportina towsendii* and three barley cultivors: *Aust. J. Plant Physiol.*, 5: 839-850.
- YÜREKLİ, K., GÜVEN, A., GÖRK, G. 1974: Spektrofotometre ile Büyüme Hormonlarının Kantitatif Tayinleri Üzerinde Çalışmalar. *Bitki*, 1:60-68.