

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ NÜKLEER ENERJİ ENSTİTUSU

RADYOAKTİF İZLEME TEKNİĞİ İLE DIANTHUS CARYOPHYLLUS BİTKİSİNİN
TOPRAKTAKİ SEKİZ BESİN ELEMENTİNİ ALISININ İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kim.Müh. Aysegül SİPAHI

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 21 Haziran 1993

Tezin Savunulduğu Tarih : 6 Temmuz 1993

Tez Danışmanı

: Doç.Dr. Beril TUĞRUL

Diğer Jüri Üyeleri

: Prof.Dr. Ali Nezihi BİLGE
Prof.Dr. Ertan UÇER

TEMMUZ 1993

İ.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

ÖNSÖZ

Radyoaktif İzleme Tekniklerinin tarımsal alanda uygulanmasına yönelik olarak yapılan bu tez çalışmasında; bir süs bitkisi olan *Dianthus caryophyllus*'un (Karanfil), topraktaki besin elementlerinden sekizinin besin olarak alınışının incelenmesi amaçlanmıştır. Tez tümüyle ITU Nükleer Enerji Enstitüsü olanaklarıyla gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın gerçekleştirilmesinde, rehberlik ve danışmanlığın yanı sıra, maddi ve manevi desteklerinden ötürü, sayın hocam Doç.Dr. Beril TUĞRUL'a, I.T.U. Nükleer Enerji Enstitüsü ITU TRIGA Mark-II Reaktöründe yapılan ışınlamalar için reaktör olanaklarından yararlanmamızda yardımcı olan, sayın müdürümüz Prof.Dr. Hasbi YAVUZ'a, ışınlamaların yapılmasında özenli çalışmalarıyla deneye katkıda bulunan, Reaktör elemanları sayın Şecaattin YENER'e, sayın Muhittin OKKA' ya ve sayın Mehmet GENÇELİ'ye, çiçeklerin bakımında ve tezin yazılmasında gösterdiği dostluk, fedakarlık ve emeklerinden ötürü sayın Araş.Gör. Nesrin ALTINSOY'a, içtenlikle teşekkür ederim. Ayrıca deneyde kullanılacak fidelerin temininde yardımcı olan, zirai bilgilerinden de yararlandığımız "Yalova Sınırlı Sorumlu Çiçek Yetiştirme ve Satış Kooperatifi" müdiresi sayın Zir.Müh. Fatma DURMUS'a da teşekkürü bir borç bilirim.

Kim.Müh. Aysegül SİPAHI

Haziran 1993

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	11
ÖZET.....	vi
SUMMARY.....	vii
BÖLÜM 1. GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2. RADYOAKTİF İZLEME TEKNİĞİ.....	5
2.1. RADYOAKTİF İZLEYİCİ ÖZELLİKLERİ.....	5
2.1.1. Ana Özellikler.....	5
2.1.1.1. Radyoaktif İzleyicinin Sisteme Uyumu.....	6
2.1.1.2. Radyoaktif İzleyicinin Ayrılabilirlik Özelligi.....	6
2.1.2. Tali Özellikler.....	7
2.1.2.1. Radyasyon Tipi.....	7
2.1.2.2. Enerji.....	7
2.1.2.3. Yarı-Ömür.....	8
2.1.2.4. Bulunabilirlik.....	8
2.1.2.5. Ekonomiklik.....	8
2.2. RADYOAKTİF İZLEME TEKNİĞİNİN KULLANIM ALANLARI.....	9
2.2.1. Tarım, Ormancılık, Balıkçılık.....	9
2.2.2. Madencilik ve Maden Cevheri.....	9
2.2.3. Makine Sanayii, Otomotiv Endüstrisi, Aşınma Ölçmeleri.....	10
2.2.4. Besin Endüstrisi, Homojenizasyon, Kaçak Tayinleri.....	10
2.2.5. Tıbbi Uygulamalar.....	11
2.2.6. Tekstil Sektörü.....	11
2.2.7. Kağıt ve Kağıt Ürünleri.....	12
2.2.8. Kimya ve Kimya Ürünleri.....	12
2.2.9. Petrol ve Kömür Ürünleri.....	13

2.2.10. Metalurji ve Mineroloji.....	13
2.2.11. İnşaat Sektörü.....	14
2.2.12. Hidroloji.....	14
2.2.13. Biyoloji	14
2.3. RADYOAKTİF İZLEME TEKNİĞİNDE ETİKETLEME.....	15
2.3.1. Işınlama.....	15
2.3.2. Radyoizotop Emdirme.....	15
2.3.3. Mekanik Etiketleme.....	16
2.3.4. Özel Karışım Hazırlama.....	16
2.3.5. Radyoaktif Çözelti Katma.....	16
2.4. RADYOAKTİF İZLEYİCİLERLE ÇALIŞIRKEN	
DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR.....	16
2.4.1. Saflık.....	17
2.4.2. Radyoizotop Değişimi.....	17
2.4.3. Radyasyon Etkisi.....	18
2.4.4. Radyokolloid Etkisi.....	18
2.4.5. İzotop Etkisi.....	18
BÖLÜM 3. RADYOAKTİF İZLEME TEKNİĞİ İLE	
TARIMSAL UYGULAMALAR.....	19
3.1. RADYOAKTİF İZLEME TEKNİĞİNİN TARIMSAL	
UYGULAMALARINDA TOPRAĞIN ROLÜ VE ÖNEMİ.....	20
3.2. BİTKİ BESİN MADDELERİ.....	22
3.3. BİTKİLER TARAFINDAN BESİN MADDELERİNİN	
ALINIŞ SEKLİ.....	24
3.3.1. Kontakt Alış-veriş.....	24
3.3.2. Kütle Akımı.....	25
3.3.3. Difüzyon Yolu ile Besin Alımı.....	25
3.4. TRANSPIRASYON (TERLEME).....	26
BÖLÜM 4. RADYOAKTİF İZLEME TEKNİĞİNİN UYGULANDIĞI	
BİTKİ : <u>DİANTHUS CARYOPHYLLUS</u> (KARANFİL).....	27
4.1. BİR SUS BİTKİSİ OLAN	
<u>DİANTHUS CARYOPHYLLUS</u> (KARANFİL).....	28
4.2. KARANFİLİN TARİHÇESİ VE GELİŞMESİ.....	28
4.3. <u>DİANTHUS CARYOPHYLLUS</u> (KARANFİL) BİTKİSİNİN	
YETİŞME ŞARTLARI.....	29
4.4. <u>DİANTHUS CARYOPHYLLUS</u> (KARANFİL) BİTKİSİNDE	
ÇOĞALTMA VE KÖKLÜ ÇELİK ÜRETİMİ.....	30
4.4.1. Köklendirme.....	31

4.4.2. Dikim Zamanı Tespiti ve Çeliklerin Dikimi..	32
4.4.3. Sulama Sıklığı.....	33
4.4.4. Gübreleme.....	33
4.4.4.1. Azot (N).....	34
4.4.4.2. Fosfor (P).....	34
4.4.4.3. Potasyum (K).....	34
4.4.4.4. Kalsiyum (Ca).....	35
4.4.4.5. Magnezyum (Mg) ve İz Elementler (Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo).....	35
4.5. ÇİÇEK KESİMİ (DERİM).....	35
BÖLÜM 5. YAPILAN DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....	36
5.1. <u>DİANTHUS CARYOPHYLLUS</u> (KARANFİL) FIDELERİNİN TEMİNİ.....	37
5.2. BİTKİLERİN DİKİMİ VE YETİŞTİRİLMESİ.....	38
5.3. ÇALIŞMADA KULLANILAN RADYOİZOTOPLAR VE BİLEŞİKLER.....	39
5.4. DENEYDE KULLANILACAK BİTKİLERİN HAZIRLANIŞI VE RADYOAKTİF İZLEME TEKNİĞİNİN UYGULAMA ŞEKLİ	45
5.5. BİTKİYE BESİN MADDESİ OLARAK VERİLECEK RADYOİZOTOP MİKTARININ HESABI.....	51
5.6. ÇALIŞMADA KULLANILAN RADYOİZOTOPLARIN AKTİVİTE HESABI.....	55
5.7. ISINLAMA VE RADYOAKTİF ELEMENTLERİN BİTKİLERE VERİLİŞİ.....	58
5.8. SAYIM SİSTEMİ.....	59
5.9. YAPILAN ÖLÇÜMLEMELER.....	62
BÖLÜM 6. SONUÇ.....	78
EK: I.....	83
KAYNAKLAR.....	114
ÖZGEÇMİŞ.....	117

ÖZET

Radyoaktif izleyici kullanımı ve buna dayalı endüstriyel uygulamalar, pek çok alanda yaygınlaşarak uygulanagitmektedir. Dünyada ve ülkemizde, sadece endüstride değil, tıpta ve tarımsal çalışmalarda da Radyoaktif İzleme Teknikleri kullanılmaktadır.

Bu tez çalışmasında, Radyoaktif İzleme Tekniklerinin tarımsal uygulamalarından olmak üzere; bitkilerin topraktaki besin elementlerini alışı mekanizmasını saptamak hedeflenmiştir. Bu hedefi gerçekleştirmek için, deney bitkisi olarak *Dianthus caryophyllus* (Karanfil) seçilmiş ve genel olarak bitki beslenmesinde önemli olduğu bilinen sekiz elementin, bu bitki üzerindeki etkileri incelenmeye çalışılmıştır. Sözü edilen sekiz element; Molibden, Çinko, Magnezyum, Potasyum, Mangan, Bakır, Kobalt ve Demir olup, çalışmanın gerçekleştirilmesi için, bunların en uygun tuzları ele alınarak, I.T.U. TRIGA Mark II Reaktöründe ışınlattılıp, bu elementler radyoizotop haline getirilmiştir. Böylelikle, "radyoaktif izleyici" bileşikler elde edilmiş ve bunlarla çalışma gerçekleştirilmiştir.

Yapılan deneyler sonucunda, bitki beslenmesinin "belirli" periyotlarla ve bitkinin yönlendirmesiyle gerçekleştiği görülmüştür. Ayrıca, verilecek radyoizotopun aktivitesinin canlıya zarar vermeyecek şekilde ayarlanması hususunda, yaptığımız hesaplamaların uygun olduğu, çiçeklerin gelişiminden anlaşılmıştır.

SUMMARY

The idea of using tracers in the investigation of complex physical phenomena has always attracted the attention of scientists and engineers. When radioactive isotopes became available it was immediately recognized that they offered an almost ideal solution to tracer selection.

Extensive experience has been gathered all over the world in the application of radioactive tracers in industry. In any industry, good plant performance and avoidance of shutdown, especially in continuous processes, are of special importance.

Radiotracer techniques are now available to provide speedy solutions to many plant and process problems, starting from malfunctions in specific component to poor overall plant performance. A number of conventional measuring and surveying techniques may be used in conjunction with radiotracer techniques.

In many cases, technological parameters are not directly measurable, but are functionally tied up with the data obtained from tracer experiments. Radiotracer techniques may contribute to a better understanding of the investigated physical phenomena.

Radiotracer is most universal and practical tracer. In fact, the radiotracer has probably been responsible for a good part of the general interest in tracing methods within the last 45 years.

The advantages of the radiotracer can best be understood by examining the two primary requisites of a tracer.

1. Tracer be identical to the traced material.
2. The smallest element of a radioisotope that retains the properties of a quantity of the substance is one atom.

Since isotopes of the same element have essentially the same chemical properties, radioisotopes can be used to trace elemental materials at the atomic level.

Radiotracer applications can be used in various type of research fields. Such cases, in general, nuclear medicine, agricultural activities, chemical industry, paper and cellulose pulp industry, petroleum industry, cement industry, metallurgical industry, automotive industry, environmental and sanitary engineering, mineral industry.

Radiotracers have also been used extensively to study agricultural pests with respect to different field of the related fields. Among the desirable characteristics of the tracer are:

- ease of application,
- minimal effect on the plant
- ease of recognition of the tag
- persistence
- suitable half-life
- availability

In the study, it is aimed that to search of taking mechanism of the feeding element from the soil. For this purpose *Dianthus Caryophyllus* are selected as an experimental plant. Reasons of selection of the *Dianthus Caryophyllus*:

- Ease to growth
- Appropriation of the period for thesis
- Resistance against the different conditions

Eighth elements are used as radiotracer elements that are molybdenum, zinc, magnesium, potassium, manganese, copper, cobalt and iron. Generally nitrate compound of the radiotracer elements are used due to appropriation to the solubility in the water and non-toxic properties.

Irradiation of the elements have been done in the central thimble of the ITU TRIGA Mark-II Reactor at 250 KW full power rate. Irradiation time are calculated according to appropriation of the radiotracer technique, but no harmful effect for the plants.

In the result of the studies, it is determined that there is a feeding period. It is approximately 24 hours for the *Dainthus Caryophyllus* and feeding activities are directed by the plant.

Generally plant growing rates are expected levels. That are shown that the activity level of the radiotracers are appropriate rates.



BÖLÜM 1

GİRİS

Günümüzde endüstride, tarım ve hayvancılık çalışmalarında ve tıpta geniş ölçüde nükleer tekniklerden yararlanılmaktadır. Özellikle alışlagelmiş yöntemlerin yeterli olmadığı durumlarda, nükleer uygulamaların çeşitli şekillerde sorunlara çözüm getirmesi mümkün olabilmekte ve kullanımları giderek yaygınlaşmaktadır [1-3].

Özellikle 20. yüzyıl ortalarından itibaren, nükleer reaktörlerde fisyon ve nötron bombardımanı sonucu oluşan radyoizotoplar, endüstride önemli yer edinmişlerdir [2]. Gelişen teknoloji ile radyoizotoplar, kalite ve proses kontrolünde hassas ve ekonomik bir çözüm getirmekte, bazen de tek çözüm durumunda olmaktadır.

Son yıllarda ülkemizde ve dünyada geliştirilen uygulamalar, ekonomiye ve teknolojiye büyük katkılar sağlamıştır [2]. Endüstride bazı parametrelerin ölçülmesi; seviye, kalınlık belirlenmesi, hata tespiti, miktar tayini, nem tayini gibi konularda bu tekniklerden yararlanılmaktadır. Tıpta da röntgen cihazı, gama kameralar, şua tedavisi gibi nükleer kökenli aletler ve tedavi yöntemleri geliştirilmiştir. Radyasyonun zararlı mikroorganizmaları tahrip etme etkisine dayanan tıbbi gereçlerin sterilizasyonu, çevre korumasına yönelik çalışmalar (atık suların

ışınlanması gibi), biyomühendislik alanında uygulamalar, gıda ısınlaması (filizlenmeyi, çürümeyi önlemek v.b.), polimer modifikasyonu gibi pek çok alanda nükleer tekniklerin uygulamaları yapılmaktadır. Arkeometride, buluntuların hangi döneme ait olduklarının saptanması, eserlerin değerlendirilmesi, eserlere zarar verilmeden iç yapısının anlaşılması çalışmalarında da nükleer tekniklerden yararlanılmaktadır.

Yaygın kullanımı olan nükleer teknikler arasında X-ışını, gama ışını, nötron ve beta radyografi teknikleri ile nötron aktivasyon analizi, X-ışını difraksiyonu ve X-ışını floresans teknikleri sayılabilir [4]. Tarımla ilgili çeşitli araştırmalarda verimlilik artışını sağlamaya yönelik olarak, pek çok elementin bitki gelişimindeki etkileri, bitkinin topraktan söz konusu elementi alış tarzı gibi çalışmaları da nükleer yöntemlerin uygulamaları arasında sayabiliriz.

Nükleer teknikler; "Radyografi Teknikleri", "Radyasyon Ölçme Teknikleri (Radiogauging)", "Radyoaktif İzleme Teknikleri", "Radyoaktif Analiz Teknikleri" olmak üzere genel başlıklar altında sınıflandırılabilir. Bu tekniklerin önemli bir kısmı, "Tahribatsız Muayene Metodları" kapsamına giren tekniklerdir. Tahribatsız muayene metodları hemen çağrıştırdığı üzere, bir malzeme yapısının incelenmesinde kullanılan yöntemler olup, malzemeye zarar vermeksizin yapılan özel işlemleri kapsar.

Bu yöntemlerin en yaygın olanı, nükleer bir teknik olan "Radyografi"dır. Bu teknik, partiküller veya elektromanyetik radyasyonla malzeme iç yapısının ayrıntılı bir şekilde görüntüsünü elde etmeyi amaçlayan bir yöntemdir. Malzemeden geçirilen radyasyonla, ya özel film üzerine ya da floroskopik ekran üzerine görüntü alınır [1-3,5-8]. X ve gama ışınlarıyla ve nötronlarla veya beta ışınlarıyla uygulama yapmak mümkündür. Bir başka deyişle, radyografi, günümüzde farklı uygulama alanlarında yaygınlığı yüksek bir tekniktir.

Öte yandan, radyasyon ölçme teknikleri konusunda çok çeşitli uygulamalar mevcuttur. Kalınlık, yoğunluk, seviye ve nem miktarı tayini uygulamalarında bu tekniklerle değerlendirmeler yapılabilmektedir. Burada, yöntemin portatif, duyarlı ve güvenilir olması, diğer geleneksel tekniklere oranla avantaj getirmektedir. Bazen de tek çözüm olabilmektedir. Ölçüm için kullanılan cihazların önemli elemanı "Radyasyon Detektörleri" dir ve pek çok çeşitleri vardır..

Radyoaktif analiz teknikleri, giderek gelişen ve yaygınlaşan teknikler olup, farklı radyasyon tipleriyle gerçekleştirilebilmektedir. Başlıca radyoaktif analiz teknikleri arasında, nötron aktivasyon analizi, X-ışını floresans tekniği, X-ışını difraksiyon tekniği, X-ışını fotoelektron spektroskopisi, Auger spektroskopisi gibi teknikler sayılabilir [4]. Bu teknikler, genelde hassas ve güvenilir sonuçlar vermesi nedeniyle, pahalı teknikler olmasına karşın tercih edilebilmektedirler.

Bilindiği üzere, Radyoaktif İzleme Teknikleri ise, önemli bir izleme tekniği olup, uygulamaları giderek yaygınlaşmaktadır. Bir sistemin tümü veya bir bölümü hakkında, özel bir maddenin davranışının gözlenmesiyle bilgi edinmek için uygulanan tekniğe "İzleme Metodu" denir [2,3]. Bu amaçla, görsel izleyici elemanı kullanılabileceği gibi, çeşitli elementlerin izotopları da kullanılabilir. Bunlara "Radyoizleyici" veya "Radyoaktif İzleyici" adı verilir. Radyoaktif izleyici deneylerinde en önemli husus, radyoizotop seçimidir. Radyoaktif izleyici yöntemi, pek çok kimyasal ve fiziksel olayların incelenmesiyle ilgili çalışmalarda, güvenilir bir yöntem olarak uygulanmaktadır [5].

Bu tez çalışmasında, radyoaktif izleme tekniği kullanılarak, bir süs bitkisi olan *Dianthus Caryophyllus* (karanfil) bitkisinin topraktan çeşitli besin elementlerini alış mekanizması ve irdelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik

olarak, seçilen farklı elementlerin "uygun" miktarlarının I.T.U. TRIGA Mark-II Eğitim ve Araştırma Reaktörü olanaklarından yararlanılarak aktif hale getirilmesi sağlanmış ve farklı uygulama şartlarında toplam 50 adet karanfil izlenerek çalışma gerçekleştirilmiştir.

BÖLÜM 2

RADYOAKTİF İZLEME TEKNİĞİ

Radyoaktif İzleme Tekniğı, bir izleme tekniğı olup, günümüzde giderek yaygınlaşan bir yöntem niteliğı göstermektedir. Bir sistemin tümüne veya bir bölümüne, özel bir maddenin davranışının incelenmesi yoluyla, sistem hakkında bilgi edinmek için uygulanan tekniğı "izleme tekniğı" denir. Bu amaçla "izleyici" sisteme ilave edilir ve davranışı gözlenir [2]. Bu durumda, radyoaktif izleme tekniğı, bir sistem ya da sistemin bir kısmı hakkında, radyoizotop kullanımıyla bilgi edinilmesini sağlayan bir yöntemdir.

2.1. RADYOAKTİF İZLEYİCİ ÖZELLİKLERİ

2.1.1. Ana Özellikler

İzleyiciden beklenen ana nitelikler; sisteme hayli uygun olması, buna karşın, sistemden ayrımlanabilen önemli bir özelliğinin bulunmasıdır. Bu durumda, Radyoaktif İzleme Tekniğı, bir sistem ya da sistemin bir kısmı hakkında, radyoizotop kullanımıyla bilgi edinilmesini sağlayan bir uygulama yöntemidir. Bu yöntemin gerçekleştirilmesi için kullanılan radyoizotoplara "radyoaktif izleyici" adı verilmektedir [5].

Radyoaktif İzleme Tekniğinde, radyoaktif izleyici, bulunduğu ortamın kimyasal ve fiziksel özelliğini bozmayacak derecede az olabilir. Bilindiği gibi, maddenin özelliğini taşıyan en küçük elemanı, bir atomdur. Aynı elementin bütün izotopları benzer kimyasal özelliklere sahip olduğundan, radyoizotoplar atomik seviyede maddeyi izlemek için de kullanılabilirler [2,3].

2.1.1.1. Radyoaktif İzleyicinin Sisteme Uymu

Radyoaktif izleyici, uygulanacağı sisteme fiziksel ve kimyasal açıdan uygunluk göstermelidir. Bunu sağlamanın en iyi yolu eğer mümkünse, sistemin yapısında bulunan bir elementin radyoizotopunu kullanmaktır. Ayrıca, sistemin gaz, sıvı ya da katı oluşuna göre kullanılacak radyoizotop da uygun fazda olmalıdır. Başka bir deyişle, radyoaktif izleyici, izlenen ortamla aynı şekilde hareket etmelidir [9-11].

2.1.1.2. Radyoaktif İzleyicinin Ayırılabilirlik Özelliği

Radyoizotoplar, radyasyon yayımlayarak bozundukları için, yapılarından kaynaklanan ayırdedici bir özelliğe sahiptirler [9-10]. Radyoizotopların izleyici olarak kullanımı; esasında bu bozunum olayının ölçümlenebilmesinden kaynaklanmaktadır. Radyoizotopların doğası gereği radyasyon yayımlanması, radyoaktif izleyicilerin, bulundukları ortamda fark edilebilmelerini sağlayan etkidir.

2.1.2. Tali Özellikler

2.1.2.1. Radyasyon Tipi

Kullanılacak radyoizotopun yayınladığı radyasyon tipi, Radyoaktif İzleme Tekniğı açısından, önemli bir hususu oluşturmaktadır. Bu teknikte, izlemeye uygunluğu nedeniyle, beta veya gama radyasyonu yayınlayan radyoizotoplar tercih edilmektedir.

Radyoaktif izleyicinin beta veya gama aktif oluşuna göre değişik durumların ortaya çıkması söz konusu olabilir. Beta ışını yayımlayan bir çekirdekten, farklı atom veya atomlar doğacağından, sistemde bunların da etkisi görülebilir. Hesaplamalarda hatalara sebep olabilecek bu durumdan mümkün olduğunca kaçınmalıdır. Gama ışını yayınlayan bir radyoizotopun, atom numarasının değişmemesi, elementin değişmemesi olduğundan sistemin saflığının bozulmaması açısından istenen bir etkidir. Ayrıca, gama ışınlarının ölçümlenmesi; malzemeye nüfuziyetlerinin ve menzillerinin daha uzun olması nedeniyle kapalı sistem uygulamaları için uygundur. Bu nedenlerle gama radyasyonu yayımlayan çekirdekler çoğu kez tercih edilmektedir.

2.1.2.2. Enerji

Sisteme zarar vermeyecek bir enerji düzeyine sahip olan radyoizotopların seçilmesi gereklidir. Bu konu, özellikle biyolojik çalışmalarda önem taşır. Radyoizotopun enerjisi gereğinden az olursa, ölçümlerin sağlıklı olması şüpheye düşer, fazla olursa sistemin yapısı veya bazı özellikleri zarar görebilir. Bu nedenle, radyoaktif izleyicinin enerjisi, radyoizotop seçiminde önemli bir rol oynamaktadır.

2.1.2.3. Yarı-Ömür

Radyoizotop seçiminde dikkat edilmesi gereken önemli bir husus da, yarı-ömürdür. Yarı-ömür bilindiği gibi, radyoizotopun miktarının yarıya inmesi için geçen süredir ve τ yarı ömür ve λ bozunum sabiti olmak üzere:

$$\tau = \frac{0,693}{\lambda} \quad [2.1]$$

olarak ifade edilir [1-3].

Bu sürenin, yapılan çalışmanın gerektirdiği uzunlukta olmasına özen gösterilmelidir. Gerekenden az olursa, çalışma sonuç vermez, fazla olursa da sistem zarar görebilir.

2.1.2.4. Bulunabilirlik

Bulunabilirlik, zaman ve maliyet değerlendirmelerinde önemli bir etkidir. Radyoaktif izleyici zor bulunan bir element olursa, çalışma pek çok açıdan sorunlu olabilir. Sisteme uyumu bakımından, birden fazla radyoizotop söz konusu ise, daha kolay bulunabileni seçilmelidir.

2.1.2.5. Ekonomiklik

Radyoaktif izleme tekniği ile çalışmak, genellikle ekonomik olabilmektedir. Bunun temel nedenleri, radyoaktif izleyicinin az miktarda kullanılmasının yeterli oluşu ve sistemin istenilen özelliğinin belirlenmesinde, diğer yöntemlere göre çoğu kez çabukluk sağlamasıdır. Radyoaktif izleyicinin sisteme verilmesi de, genellikle uygulama açısından sorun çıkarmamaktadır.

2.2. RADYOAKTİF İZLEME TEKNİĞİNİN KULLANIM ALANLARI

Radyoaktif İzleme Tekniğı, pek çok değışik alanda geniş uygulamalara sahiptir [12]. Bunları genel olarak gruplamak mümkündür. Sektörel sınıflandırma çerçevesinde, uygulama alanları farklı gruplar içinde incelenebilir.

2.2.1. Tarım, Ormancılık, Balıkçılık

Sulama çalışmalarında, suyun akış hızının, hareketinin ve dengesinin belirlenmesinde, denizlerde ve nehirlerde balık göçlerinin incelenmesinde, toprağın su emme kapasitesinin ve havalandırılmasının denetlenmesinde, çeşitli tarımsal araştırmalarda örneğin, gübre etkisinin saptanmasında Radyoaktif İzleme Tekniğinden yararlanılabilmektedir [2,3].

2.2.2. Madencilik ve Maden Cevheri

Cevher çıkarma ve yüzdürme işlemlerinde, homojenleştirmede ve madendeki su yataklarında kaçak tespitinde, nakil borularının ve diğer ekipmanların aşınma ölçümlerinin yapılmasında yöntem kullanılmaktadır [2].

2.2.3. Makine Sanayii, Otomotiv Endüstrisi, Aşınma Ölçmeleri

Günümüzde, aşınma ölçmelerinin gerçekleştirilmesinde radyoaktif izleyici kullanımı oldukça yaygındır. Makine elemanlarında olan aşınmalar (segman, yatak, mil, dişli gibi), demir-çelik fabrikalarında yüksek fırın aşınması, takım tezgahı ve kesici uç aşınmaları, bu tip çalışmalar için birer örnek olarak sayılabilir [2,3].

Bu konuda en iyi bilinen uygulama; otomobil motorlarındaki piston halkalarının aşınma durumlarının tespiti. Bu çalışma; demir piston halkalarının ısılandıktan sonra motora yerleştirilip, motorun çalışmasından sonra yağa geçen radyoaktif demirin takip edilmesi şeklinde yapılır [2,9,10].

Yağ içinde bulunan aşınma parçaları tespit edilirken, deveren eden yağdan sürekli ölçüm alınabileceği gibi, farklı örnekler alınarak da ölçümler yapılabilir [9,10]. Otomotiv endüstrisinde motor segmanlarının aşınmalarının Radyoaktif İzleme Tekniği ile tespiti çok yaygın olup, İngiltere ve Almanya bu konudaki uygulamalarda hayli ileri ülkelerdir [2,3].

2.2.4. Besin Endüstrisi, Homojenizasyon, Kaçak Tayinleri

Madde naklinin ve hacim tayinlerinin yapılmasında, besin karışımlarının homojenliğinin; ilave edilen maddelerin (yağ, vitamin gibi) dağılımının denetlenmesinde, depolama tanklarında kaçak tayininde, havalandırma kontrolünde ve atıkların niteliklerinin belirlenmesinde radyoaktif izleyici tekniği kullanılır [2,3].

Radyoaktif izleyiciler, izlenecek ortamdan nümune almaksızın dışarıdan ölçmeye olanak tanıdığı için pratiktir. Kaçak tayini uygulamasında, eser miktardaki radyoaktif izleyici, kaçağı bulunacak malzeme içindeki sıvı veya gaz akışkan ile karıştırılır ve kaçak olan yerden geçişi esnasında, malzemenin dışındaki bir detektör vasıtasıyla algılanarak, kaçağın yeri belirlenir [2,3].

2.2.5. Tıbbi Uygulamalar

Radyoaktif İzleme Tekniği, tıpta esasen teşhis amacıyla uygulanmaktadır. Bir özel uygulama olarak, tedavi amaçlı kullanımı da vardır.

Herhangi bir radyoizotopun insan üzerinde teşhis ve tedavi maksadıyla uygulanmasını mümkün kılan şekline, yani hazırlanmış olan, radyoaktif izleyici karakterindeki ilaçlara "Radyofarmasötikler" adı verilmektedir [13].

Tıp alanında, iç organların ve kanın hacmini belirlemek, ilgili organın yeri ve şeklini tespit etmek, tümör veya kist olup olmadığını anlamak, organlarda doku kayıpları, tıkanıklıklar veya abselerin varlığını araştırmak için, bu teknik başarıyla kullanılmaktadır [13,14]. Bunun dışında, özellikle tiroid hastalıklarının ve bazı kanser türlerinin tedavisinde, özel uygulamalarla teknikten yararlanılmaktadır.

2.2.6. Tekstil Sektörü

Liflerin ve viskozların dayanma süresinin tespitiinde, proses tanklarında akış yolunun ve madde naklinin takibinde, boya dağılımının homojenliğinde ve diğer kimyasalların uygulanmasında aksaklık olup olmadığının belirlenmesinde ve liflerin çeşitli etkiler karşısındaki aşınmasının tayininde kullanılır [2].

2.2.7. Kağıt ve Kağıt Ürünleri

Kağıt sektöründe, su ve kimyasal maddelerin dağılımı, akış hızı, makinelerde devridaim işlemleri, atık seyreltme çalışmaları gibi pek çok işlemde Radyoaktif İzleme Tekniğinden yararlanılabilir [2].

2.2.8. Kimya ve Kimya Ürünleri

Kimya endüstrisinde, gaz ve sıvıların akış hızı, etki ve zehirlenme durumu, madde kaybı belirlenmesi, hacim tayini, soğutma suyu nakli, karışım zamanının ve homojenliğinin denetlenmesi gibi çalışmalarda kullanılır [2].

Herhangi bir kimyasal veya mekanik işlemde homojen karışım elde edilmesi önemlidir. Buna bağlı olarak, ideal karışımın ne zaman elde edildiğinin de bilinmesi gerekir.

Karışım zamanı tayini, radyoaktif izleyici kullanarak iki şekilde yapılır. Bunlardan ilki "sürekli metod"dur. Radyoaktif izleyici karışıma ilave edildikten hemen sonra, karışım içindeki hareketine başlar. Karışım homojen olmadan önce, radyoaktif sayım hızında büyük değişimler gözlenir. Homojen karışım oluştukça, bu sapmalar azalır ve sonuçta standart sapma sınırları içinde kalır. Bu, homojenliğin sağlandığı andır [2,3].

İkinci uygulama şekli ise, karışıma radyoaktif izleyici ilave edildikten hemen sonra belirlenmiş zaman aralıklarında, karışımdan (farklı yerlerden olmak üzere) aynı miktarda örnek almak suretiyle gerçekleştirilir. Bu örneklerden alınan sayımlar, standart sapma dahilinde aynı olana kadar karıştırma işlemine devam edilir.

Ayrıca, kimyasal ayırma işlemlerinde verimi belirlemek için "izotop seyreltme metodu" olarak bilinen bir uygulama mevcuttur [2]. Ancak, bu yöntem nispeten daha az uygulanır.

İzlenecek maddenin birim miktarında bulunan radyoaktivite miktarına "özel aktivite", izleyici maddenin birim ağırlığında veya hacminde bulunan radyoaktif izleyici miktarına da "radyoizotop konsantrasyonu" denir [2,3].

İzotop seyreltme metodu, izleyici korunumu esasına dayanır ve karışımın, bileşiklerin veya elementlerin bilinmeyen miktarları bu yöntemle tayin edilir. Yöntemin uygulaması, belli bir özel aktiviteye ve ağırlığa sahip olan radyoaktif izleyicinin, analizi yapılacak karışıma ilavesiyle yapılır. Bu bileşikten alınan örnekteki özel aktivitenin ölçümünden, orijinal karışımda bulunan toplam miktar hesaplanabilir [2].

2.2.9. Petrol ve Kömür Ürünleri

Yöntemin bu dalda uygulaması, hayli değişik şekillerde olmaktadır. Bu uygulamalar arasında, ısı değiştiricilerde, yer altı dağılım borularında, basınçlı kaplar gibi sistemlerde kaçak tayini, atıkların seyreltilmesi, paslanma gibi bazı olumsuz durumların tespiti konuları da yer almaktadır [2].

2.2.10. Metalurji ve Mineroloji

Yüksek fırınlarda madde hareketi, akış hızı tayini, cevherlerin bozunmasının tespiti, sistemde aşınma takibi, alaşımlardaki dağılımın gerektiği gibi olmasının sağlanması, madde nakli gibi çalışmalarda, çimento ve cam ocaklarında korozyon ve kaplama dayanıklılığı belirlenmesi gibi işlerde Radyoaktif İzleme Tekniği kullanılmaktadır [2].

2.2.11. İnşaat Sektörü

Baraj ve binalarda su yollarındaki kaçak tayini, tuğla, sıva gibi yüzey uygulamalarında aşınma tespiti, asfalt ve betonlamada nakil ve karışım hazırlama çalışmaları gibi benzer uygulamalar, inşaat sektöründe de geçerlidir [2].

2.2.12. Hidroloji

Hidroloji bilimi, Radyoaktif İzleme Tekniğinden geniş ölçüde yararlanmaktadır. Esasında, Radyoaktif İzleme Tekniğinin çeşitli sektörlerde kullanımı incelenirken, hidroloji kapsamına giren bazı uygulamalara değinilmiştir. Dolayısıyla, pek çok endüstriyel çalışmanın içinde yer alan, hidrolojik uygulamalar söz konusudur.

Burada, akışkana izleyici zerki ile akışkana ait ileri bilgiler elde edilebilir. Bu bilgiler, akış hızı, akış şekli, kaçak yeri tespiti gibi önemli değerlendirmeler sağlarlar.

2.2.13. Biyoloji

Biyoloji alanında yapılan bazı çalışmalarda radyoaktif izleme tekniğinden yararlanılmaktadır. Canlılar üzerinde gerçekleştirilen bazı testler, çeşitli bitki ve hayvan organizması incelemeleri, büyüme ve beslenme konusundaki araştırmalar gibi biyolojik konularda yöntem kullanılmaktadır.

2.3.RADYOAKTİF İZLEME TEKNİĞİNDE ETİKETLEME

Radyoaktif İzleme Tekniğinin uygulamasında kullanılmak üzere, radyoaktif izleyici olarak nitelenecek elemanın eldesi, bir başka deyişle, çeşitli yollarla sistemin veya uygun bir malzemenin radyoaktif hale getirilmesi işlemine "Etiketleme" denir. Etiketleme şekilleri, bir sınıflandırma çerçevesinde incelenebilir.

2.3.1. Işınlama

Sistemde bulunan bir elementi etiketlemek için, sistemin tamamı veya bir kısmı reaktörde ışınlamaya maruz bırakılır [2,3]. Böylelikle, sistem radyoaktif özellik kazanmış olur.

2.3.2. Radyoizotop Emdirme

İncelenecek malzemenin yüzeyine radyoizotop içeren bileşik sürülerek, radyoizotop malzemeye emdirilir [2,3]. Reaktörde ışınlaması mümkün olmayan sistemlerde yüzey incelemeleri için, bu etiketleme yöntemi tercih edilmektedir.

2.3.3 Mekanik Etiketleme

Büyük bir kütlenin bazı parçaları izlenmek istenirse, mekanik etiketleme denilen, ışınlanmış bir bileşenin maddeye yerleştirilmesi işlemi gerçekleştirilir [2]. Böylece, sistemin yalnızca ilgilenilen kısmı radyoaktif özellik kazanmış olur.

2.3.4. Özel Karışım Hazırlama

Arzu edilen radyoizotopu verecek olan elementin bileşiği (genellikle oksitleri), özel bir kil ile karıştırılır ve sonra öğütülerek ısınlanır. Bazı kimyasal işlemlerden de geçirilerek, özel bir izleyici karışımı elde edilir [3]. Kimi uygulamalarda sisteme böyle bir karışım ilavesi yapılarak, radyoaktif izleme gerçekleştirilir.

2.3.5. Radyoaktif Çözelti Katma

Homojen bir ortam etiketlenecekse, ortamda çözünebilecek bir radyoaktif izleyici kullanılır [2]. Burada, sistemin katı, sıvı ve gaz oluşuna göre, değişik radyoizotoplarla uygulama söz konusudur. Bu etiketleme çeşidi, Radyoaktif İzleme Tekniği uygulamalarında hayli yaygın kullanılan bir izleme çalışmasıdır.

2.4. RADYOAKTİF İZLEYİCİLERLE ÇALIŞIRKEN DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR

Radyoaktif izleyicinin taşıdığı özellikler mutlaka bilinmelidir. Bu özelliklerin bilinmesi, uygulama açısından önemli olup, tekniğin hassasiyeti ile yakından ilgilidir. Bu özellikler genel olarak, saflık, radyoizotop değişimi, radyasyon etkisi, radyokolloid etkisi ve izotop etkisi olarak ayrımlanabilir.

2.4.1. Saflık

İzlenecek maddenin temsilcisi olan radyoizotopun, uygun fiziksel ve kimyasal özelliğe sahip olması önemlidir. Fiziksel açıdan uygun olanı, ortamdaki elementin radyoizotopunun kullanılmasıdır. Ayrıca radyoaktif izleyici, ortama uygun kimyasal yapıda verilmelidir.

Radyoaktif izleyici için üç tip safsızlık söz konusudur. Birincisi; radyoaktif izleyicinin kimyasal olarak safsızlığıdır. Çalışmanın sağlıklı olabilmesi için, radyoaktif izleyicinin içindeki yabancı maddeler olabildiğince az olmalıdır. İkincisi; izleyici olarak kullanılan radyoaktif maddenin bozunması sonucu yeni bir radyoizotopun oluşması ve saflığı bozmasıdır. Üçüncüsü ise, aynı elementin ışınlama sonucunda birden fazla radyoizotopunun oluşmasıdır [2]. Safsızlıkların olabileceği düşünülerek; sonuç değerlendirilirken, gelebilecek tüm etkiler hesaba katılmalıdır.

2.4.2. Radyoizotop Değişimi

Çalışmada kullanılan radyoizotopun kararlı izotopla yer değiştirmesi, uygulamada istenmeyen sonuçlar doğurabilir [2]. Bu nedenle, sistemin karakteri göz önüne alınarak radyoizotop seçimi yapılmalıdır.

2.4.3. Radyasyon Etkisi

Zerk edilen radyoizotopun radyasyon enerjisi dikkate alınmalıdır [2]. Bu etki, özellikle biyolojik sistemlerde çalışırken önemlidir. Ayrıca radyasyonun, uygulanacak sisteme ve/veya canlıya zarar vermeyecek mertebede aktiviteye sahip olması sağlanmalıdır.

2.4.4. Radyokolloid Etkisi

Inorganik kimyasal sistemlerde eser miktardaki radyoizotoplar, kolloidlerin özelliklerinden bir kısmına sahiptirler. Bunlara "radyokolloid" denir [2]. Konsantrasyon ölçümlerinde hataya sebep olabilirler.

2.4.5. İzotop Etkisi

Radyoizotop ile aynı elementin kararlı izotopu arasında, kütle farkından dolayı izotop etkisi vardır [2]. Bu fark, dağılım hızını, kimyasal reaksiyon hızını ve denge sabitlerini değiştirir. Bu nedenle hesaplarda dikkate alınmalıdır. Ancak, büyük atom numaralı atomların radyoizotopları için bu etki küçük olup, ihmal edilebilecek mertebededir.

BÖLÜM 3

RADYOAKTİF İZLEME TEKNİĞİ İLE TARIMSAL UYGULAMALAR

Günümüzde radyoizotoplar tarım alanında geniş ölçüde yer almış ve hayli ileri bilgiler veren sonuçlara varılmıştır. Özellikle, Radyoaktif İzleme Tekniğı çerçevesinde yapılan uygulamalarla radyoizotoplar kullanılarak, bitkilerin gelişimi ve yetişmesinde gübrelerin etkisi, alınış hızı ve mekanizması çalışmalarından yeni bilgiler elde edilebilmiştir [15]. Bazı tarımsal araştırma merkezlerinde, radyoizotop etiketlemesiyle böceklerin göç alışkanlıkları ve böcek ilaçlarının doğuracağı sonuçlar incelenmektedir. Bu uygulamalar belirli araştırma programları çerçevesinde süregitmektedir [15].

Tarım ilacının organlarda, dokularda ve hücrelerde yerleşimi, Radyoaktif İzleme Tekniğı ile kolaylıkla incelenebilmektedir. Bitki fizyolojisi ile ilgili çalışmalar da yöntemin uygulamaları arasında yer alır. Bunlar, metabolizma işlevleri, gübrelerin bitki tarafından alınmasının incelenmesi, toprak verimliliğı gibi konuları kapsar [14].

Ayrıca, toprağın yapısı ve bitkilerin topraktan çeşitli elementleri alışı hakkında bilgi edinilebilir. Tarımsal uygulamalar açısından, doğal olarak toprak önemli bir elemandır. Bu nedenle yapısının ve niteliğinin bilinmesi gereklidir.

3.1. RADYOAKTİF İZLEME TEKNİĞİNİN TARIMSAL UYGULAMALARINDA TOPRAĞIN ROLÜ VE ÖNEMİ

Toprak bir karışım olup, toprağın özellikleri açısından önemli olan su, hava ve toprak organizması toprak bünyesinde mevcuttur [16]. Çeşitli topraklarda bulunan su miktarı ve suda erimiş maddelerin miktar ve cinsleri farklı olabilmektedir. Bu durumda, toprağı teşkil eden elementler esas olarak, madensel ve organik olmak üzere iki gruba ayrılabilir.

Toprağın yapısında bulunan suda erimiş maddeler, bitkiler tarafından kökler vasıtasıyla alınıp, hücreden hücreye geçerek yapraklara kadar ulaşır [16]. Suyun yeterli olmayışı bitkinin büyümesine engel olmaktadır. Fazlalığı ise, ayrıca fayda vermez, zira bitki belirli bir süre zarfında belirli miktarda su kullanmaktadır. Bazı tarım bitkileri üzerinde yapılan çalışmalarda, topraktaki su miktarının % 40-80 olmasının verimi etkilemediği, fakat % 20'ye düşmesinin verimi yarı yarıya azalttığı, %10'a düşmesinin ise, normalden 8 defa daha az ürün alınmasına neden olduğu tespit edilmiştir [16].

Toprağın ıslanması ve su geçirme kapasitesi ile suyu tutma kapasitesi farklı konulardır. Aşırı ıslaklık geçtikten sonra suyun bir kısmı, toprak tanelerinin etrafına sarılarak toprakta kalmaktadır. Bu şekilde tutulmuş olan suya " toprak nemi " denilmektedir [16].

Bitkiler, mineral besin maddelerini kökleri ile topraktan almakta ve bunları adeta bir laboratuvar gibi çalışan yapraklara göndermektedir. Yapraklara kadar gelmiş besin maddelerinin büyük bir kısmı burada " madde değişimi " olayları ile yeni organik maddeleri meydana getirmekte, bir kısmı da iyon halinde bitki bünyesinde tutulmaktadır [17].

Gerek yeni meydana gelen organik maddeler, gerekse iyon halindeki besin elementlerinin bir kısmı, yapraklarda depo edilmekte, diğer bir kısmı ise, bitkinin çeşitli organlarına gönderilmektedir [17]. Bitkilerin gelişimi için gerekli olan başlıca üretim faktörleri; hava, su, ışık, sıcaklık ve besin maddeleridir. Bu nedenle bitkilerin yaşayıp gelişebilmesi için, bu faktörlerin optimum düzeyde bulunmaları gerekir.

Genel anlamda düşünecek olursak, doğada toprak içindeki besin elementleri sürekli bir devinim içindedir. Toprağın besin maddeleri iki ayrı şekilde dolaşım gösterir. Birincisi, "biyolojik dolaşım" veya "biyokimyasal dolaşım" olup, kapalı dolaşımı ifade eder [17]. Bir başka deyişle, toprak ile bitki ve hayvan toplumları arasındaki besin maddesi dolaşımıdır. İkincisi ise, "jeokimyasal dolaşım" adı verilen açık dolaşımdır. Toprakla iklim kuvvetleri arasında oluşan olayları kapsar [17].

Topraktaki besin maddesi dolaşımı, zamanın bir fonksiyonu olarak cereyan eder. Bu nedenle, yıllık, mevsimlik, hatta günlük dolaşım önemli olabilmektedir.

Görüldüğü üzere, bitki için yadsınamaz bir önemi olan toprak; Radyoaktif İzleme Tekniği uygulamasında incelenecek hususlar açısından da asal bir rol oynar. Söyle ki; çoğu kez bu teknik kullanılarak yürütülecek çalışmaların inceleme konusu, topraktaki çeşitli ve farklı elemanların, biyolojik dolaşım çerçevesinde bitki tarafından alınışına ilişkin parametrelerin tayini olmaktadır. Bu durumda, radyoaktif izleyicinin toprağa verilmesi gerekmektedir. Bitki, topraktan besin olarak alacağı elemanları alırken, radyoaktif hale getirilen "besin maddesi"ni de alacaktır. Böylelikle de, hedeflenen amaç doğrultusunda gözlemlene yapılabilmesine uygun durum sağlanmış olacaktır.

3.2. BİTKİ BESİN MADDELERİ

Incelememiz açısından önemli bir konu, bitki besin maddeleridir. Bitki besin maddeleri, bitkilerin normal bir gelişim gösterebilmesi için gerekli olan ve bitki hayatında oynadığı roller, diğer hiç bir kimyasal madde tarafından yerine getirilemeyen element veya bileşiklerdir [17].

Bunların bir kısmı iyon halinde (K^+ , Ca^{+2} , NO_3^- gibi), bir kısmı da molekül halindedir (CO_2 , H_2O , O_2 gibi). Topraktaki organik ve inorganik maddelerin ayrışmasından meydana gelen ve bitki beslenmesi için elzem olan elementlere "besin elementleri" denir. Bugünkü bilgilere göre, besin maddesi olarak kabul edilen temel elementler 19 tanedir [17]. Bunlar;

Karbon (C)	Potasyum (K)	Çinko (Zn)
Hidrojen (H)	Kalsiyum (Ca)	Molibden (Mo)
Oksijen (O)	Magnezyum (Mg)	Bor (B)
Azot (N)	Demir (Fe)	Klor (Cl)
Fosfor (P)	Mangan (Mn)	Sodyum (Na)
Kükürt (S)	Bakır (Cu)	Silisyum (Si)
Kobalt (Co)		

elementleridir. Bu besin elementleri, bitkiler tarafından alınan miktarlarına, bitki hayatında oynadığı rollere ve kimyasal özelliklerine göre iki ana gruba ayrılabilir [17] :

(1) Mineral Olmayan Besin Elementleri : Karbon, Hidrojen, Oksijen

(2) Mineral Besin Elementleri : Bunları da iki alt gruba ayırmak mümkündür :

A) Makro Elementler : Azot, Fosfor, Kalsiyum, Kükürt, Potasyum, Magnezyum

a) Metal Olanlar : Potasyum, Kalsiyum, Magnezyum

b) Metal Olmayanlar : Azot, Fosfor, Kükürt

B) Mikro Elementler: Molibden, Demir, Mangan, Çinko, Bakır, Klor Bor

a) Metal Olanlar : Molibden, Demir, Mangan, Çinko, Bakır

b) Metal Olmayanlar : Klor, Bor

Burada verilen sınıflandırma, genel bir sınıflandırma mahiyetindedir. Toprakta mevcut olan diğer bazı elementlerin de bugünkü bilgiler ışığında, bitki için gerekli olmadığı düşünülmektedir (Alüminyum, Kurşun, Nikel gibi) [17].

Yukarıda makro element olarak sayılanlar, pek çok bitkinin bolca ihtiyaç duyduğu elementlerdir. Mikro elementler ise, bitki tarafından, miktar olarak hayli az alınmakla beraber, bitki fizyolojisinde önemli rol oynayan elementlerdir [17].

3.3. BİTKİLER TARAFINDAN BESİN MADDELERİNİN ALINIŞ ŞEKLİ

Köklerin uç kısmına yakın doku hücreleri ve köklerin emici tüyleri, topraktan besin maddelerinin alınmasında rol oynayan bitki elemanlarıdır [18].

Besin maddeleri topraktan üç şekilde alınmaktadır.

- (1) Kontakt Alış-veriş
- (2) Kütle Akımı
- (3) Difüzyon

Bitkiler, besin elementlerinden Potasyum, Kalsiyum, Magnezyum, Demir, Mangan, Çinko ve Bakır kation halinde, Azotu ise, hem anyon, hem kation (NH_4^+ , NO_3^-) halinde almaktadır. Bunlardan ayrı olarak Fosfor, Kükürt, Klor, Bor, Molibden de anyon halinde (PO_4^{3-} , SO_4^{2-} , Cl^- , H_2BO_3^- , MoO_4^{2-}) alınmaktadır [17].

3.3.1. Kontakt Alış-veriş

Kökler devamlı olarak geliştiği için, yeni kök uçları meydana gelmektedir. Bunlar Hidrojen iyonu ve organik iyonlar çıkarmaktadır. Hidrojen ve organik iyonlar, temasta bulundukları toprak tanecigindeki besin maddesi ile yer değiştirir. Bir başka deyişle, bitki kökü çıkardığı Hidrojeni ve organik iyonları toprağa verir, topraktan eşdeğer miktarda diğer besin maddelerini alır [17].

Bu arada bazı lokal kimyasal olaylar da meydana gelmektedir. Kök etrafındaki toprağa fazla miktarda H iyonu salgılanırsa, etrafındaki pH değeri düşecektir (pH :2.8-3.0) ve aşırı asit ortamda demir bileşikleri fazla çözüneceğinden, suda zor çözünen demir bileşikleri çözünür. Böylelikle bitkinin demir ihtiyacı karşılanmış olur. Benzer şekilde Kalsiyum da alınabilmektedir [17].



3.3.2. Kütle Akımı

Toprak içindeki besin maddesi çözeltisi, kapiler gerilim veya yer çekimi etkisi ile hareket ederek, köklere kadar gelir ve köklere girer [17]. Köklere gelmiş olan su moleküllerine ve içindeki iyonlara karşı, kök dokusu hücre zarları fazla direnc göstermez. Böylelikle, kütle akımı ile besinlerin alımı sağlanmış olur.

3.3.3. Difüzyon Yolu ile Besin Alımı

Toprak çözeltisindeki iyonlar, hücre zarları aracılığıyla difüzyonla alınır ve bitkinin iletim kanallarına (damarlarına) verilir.

Bunlardan ayrı olarak, yağış suları içinde bulunan besin maddelerinin bir kısmının yapraklarla temasa gelmesiyle, az miktarda da olsa yaprak tarafından alınabileceği araştırmalar sonunda belirlenmiştir [17].

3.4 TRANSPIRASYON (TERLEME)

Bitki kökleri ile alınmış besin maddeleri bitki içinde taşınarak, organik madde yapımında veya çeşitli fizyolojik olaylarla madde değişiminde kullanılmak üzere, gerekli yerlere iletilir.

Burada önemli bir metabolik faaliyet söz konusudur. "Transpirasyon", diğer adıyla " terleme" olarak nitelenen bu olay, bitkilerin kökleriyle topraktan aldıkları suyun bir kısmını, yapraklarından buhar halinde atmosfere vermesi durumudur [17]. Bitki yapraklarının yaklaşık olarak % 80-85 'i, gövde kısmının ise, % 50 'ye yakını sudur. Bitkilerin tepe kısmı etrafındaki havanın nemi ise, çok seyrek hallerde doygunluğa erişir, genellikle nem açığı vardır. Bitki ile hava arasındaki bu nem açığı bir gerilim oluşturur ve bitki zorunlu olarak çevresine su verir [17]. Fakat bu olay, bitki tarafından ayarlanabildiğinden; fizyolojik bir süreçtir ve fiziksel bir süreç olan evaporasyondan, bir başka deyişle buharlaşmadan ayrılır.

Transpirasyon, bitki-su ilişkilerinde egemen bir faktördür. Zira, suyun bu yolla buharlaştırılması, suyun bitki tarafından alınmasını ve bitki içindeki hareket hızını belirleyen ana unsur olmaktadır. Bu olay, yaprak ve hava sıcaklığı arasındaki farktan da etkilenir.

Transpirasyonun önemi, topraktan mineral besin maddelerinin alınmasında etkili olması ve bitkinin özümleme organlarını serinletmesinden kaynaklanır. Bu serinletme işi, fotosentezin devamını ve metabolizma olaylarının oluşmasını temin eder [17]. Transpirasyon olayı da radyoaktif izleme tekniği ile incelenebilir.

BÖLÜM 4

RADYOAKTİF İZLEME TEKNİĞİNİN UYGULANDIĞI BİTKİ:

DIANTHUS CARYOPHYLLUS (KARANFİL)

Radyoaktif İzleme Tekniğı uygulaması için bitki seçilmesine yönelik olarak, bitki özelliklerine ilişkin bir ön çalışma yapılmıştır. Bu ön çalışmanın değerlendirilmesi sonucunda, yöntemin uygulanacağı bitki olarak *Dianthus caryophyllus* (Karanfil) bitkisi tercih edilmiştir. Bu tercihin nedenleri şöyle sıralanabilir :

Dianthus caryophyllus (Karanfil) bitkisinin ;

- * Yetiştirilmesi ve (yetiştirilmesi) zor değildir.
- * Değişik şartlardan fazla etkilenmediği bilinmektedir.
- * Yetiştirilmesi için gereken mevsimsel süreç, tez çalışmasının başladığı ve devam ettiği zamana uygun olabilmektedir.
- * Radyasyon etkisine dayanıklı olabileceği düşünülmüştür.
- * Ömrü, çalışmanın gerçekleştirilebilmesi için yeterli uzunluktadır.

Dianthus caryophyllus (Karanfil) çiçeğinin ömrü bir yıl veya daha uzun olabilmektedir. Ayrıca, pek çok cinsi ve çeşiti mevcuttur [19]. Deneyimizde kullanılan karanfiller, kırmızı çiçekli Astor çeşitidir.

4.1. BİR SUS BİTKİSİ OLAN DIANTHUS CARYOPHYLLUS (KARANFİL)

Karanfilin çiçekçilikte önemli bir yeri bulunmaktadır. Türkiye'de kesme çiçek (vazo için derilmiş çiçek) üretiminin yaklaşık yarısını karanfil oluşturur [20]. Bütün yıl üretimi olduğu için, yılın bazı dönemlerinde aşırı fiyat düşmelerinden daha az etkilenmesi, dolayısı ile dengeli fiyat ve gelir sağlaması üretimde tercih nedeni olmaktadır. Ayrıca yetiştirilmesi de zor değildir.

Diğer taraftan, dünyada karanfil yetiştiriciliğinin ayrı bir önemi vardır. İsrail, İtalya, İspanya gibi Akdeniz ülkeleri, Amerika'da Colombia ve Meksika uygun iklim şartlarına sahip olup, önemli karanfil yetiştiricisi ve ihracatçısı ülkelerdir [20].

Standart karanfillerin atası olan *Dianthus caryophyllus* bitkisi, günümüzde Avrupa, Asya ve Japonya'da oldukça fazla üretilir. Genelde yabancı çeşitler yaygın olmakla beraber, pek çok ülkede kültür karanfili olarak, çeşitli renk ve biçimde karanfil yetiştirilmekte, yeni renk arayışları devam etmektedir.

4.2. KARANFİLİN TARİHÇESİ VE GELİŞMESİ

Eski Yunan kültüründe karanfilden, *Dios Anthos* (Tanrıların Çiçeği) olarak söz edilmektedir. *Dianthus* 'un buradan geldiği düşünülebilir. Diğer taraftan bu çiçek, eski Yunanlı atletlerin "Coronation" adı verilen taç giyme törenlerinde kullanılmış olup, İngilizce ismi olan "carnation" kelimesinin kökeninin buradan geldiği sanılmaktadır. "Caryophyllus" ise, *Lineas* tarafından "caryophyllus aromaticus" (buhur ağacı) olarak nitelendirilmesinden gelmiş ve böylece karanfilin Latince adı tam olarak, "*Dianthus caryophyllus* L." olmuştur [20].

Geçmişten günümüze kadar, pek çok ülkede karanfil yetiştiriciliği ve ıslah çalışmaları yapılmış ve bazı ülkeler bu konuda oldukça ilerlemiştir. Karanfilde ıslah programları, Avrupa ve Amerika 'da halen yürütülmekte ve daha iyi çeşitler ortaya çıkmaktadır. Avrupa 'da minyatür karanfil çeşitleri de üretilmiş ve bahçe düzenlemesinde beğenilen çiçekler olarak, iyi bir yer edinmiştir.

4.3. DIANTHUS CARYOPHYLLUS (KARANFİL) BİTKİSİNİN YETİŞME ŞARTLARI

Dianthus caryophyllus (Karanfil) bitkisinin istediği ve sevdiği toprak, kumlu, organik maddece zengin, hava ve su dengesi iyi sağlanmış geçirgen topraklardır. Toprağın pH derecesinin 6.0-7.0 arasında olması karanfil için uygundur [20].

Sıcaklık yönünden karanfil fazla hassas değildir. Değişik sıcaklık şartlarında yaşayabilir, fakat farklı gelişme gösterir. Örneğin, gece sıcaklığının 16-18 °C gibi yüksek seviyelerde olması çiçeklerin gelişimini artırdığı halde, çiçeğin kalitesini azaltmaktadır. Kalite azalması, çiçek iriliğinin azalması ve zayıf sap oluşumu şeklindedir. Genelde, gece sıcaklığı olarak 11-14 °C, gündüz sıcaklığı olarak ise, 16-21 °C arası ideal olarak kabul edilmektedir.

Celik alınan damızlık bitkilerin sıcaklık istekleri ise, 2-3 °C daha fazla olmaktadır. Ani sıcaklık değişimleri bitkiye zarar vereceği için, bu durumdan mümkün olduğunca kaçınmaya çalışılmaktadır [20].

Dianthus caryophyllus (Karanfil) çiçeğinin gelişmesinde en büyük etkilerden biri de ışıktır. Işığı çok seven bir bitki olan karanfil, en yüksek büyüme oranına, gündüzlerin uzun ve ışığın fazla olduğu Haziran ayında erişmektedir. Karanfilin kalitesini sıcaklık kadar ışık da etkilemektedir. Bol ışık koşullarında yetiştirilen karanfiller daha fazla kuru madde yapmaktadır [20]. Ancak, çok sıcak yaz günlerinde sıcaklığın etkisini azaltmak için, gölgeleme yapmak gerekebilir.

4.4. DIANTHUS CARYOPHYLLUS (KARANFİL) BİTKİSİNDE ÇOĞALTMA VE KÖKLÜ ÇELİK ÜRETİMİ

Dianthus caryophyllus (karanfil) bitkisinin iki şekilde yetiştirilmesi mümkün olabilmektedir. Birincisi; tohumdan yetiştirmek ki bu yol sakıncaları olması nedeniyle tercih edilmemektedir; diğeri ise, çelikten üretim yöntemidir. Tohumdan üretimin başlıca sakıncaları şöyle sıralanabilir :

- a) Karışık tohum veya genetik çeşitlilik nedeniyle farklı çeşitler eldesi, bir başka deyişle homojenliğin sağlanamaması
- b) Yetiştirme sürecinin uzun ve zahmetinin fazla olması
- c) Fire verme olasılığının yüksek olması

Çelikten üretim ise, homojen bir tür elde edilmesi açısından garantili olup, yetiştirme zamanının daha kısa, yetiştirme aşamalarının daha az olması gibi konularda avantajlıdır. bu avantajlar göz önünde bulundurularak, çelikten üretim tercih edilmektedir.

Dianthus Caryophyllus (karanfil) bitkisinin ticari amaçlı çoğaltılması, hastalıksız anaç bitkilerden alınan çeliklerin köklendirilmesiyle yapılır [20]. Genç bitkiden alınan çelikler daha kolay köklenir. Bu nedenle anaç bitkiler her yıl yenilenmelidir. Bitki bir yıldan fazla yaşasa da, bu durumda niteliklerinden bir kısmını yitirebilir.

Köksüz çelikler hemen köklendirilmeyecekse, bir süre için 0-0.2 °C sıcaklıktaki depolarda depolanabilir [20]. 3-4 ay kadar bu durumda saklamak mümkündür. Depolama işlemi çok sağlıklı çeliklere uygulanmalı, hastalık etmeni taşıyan çelikler kesinlikle depolanmamalıdır. Çünkü bazı virüsler soğukta yaşayabilmektedir. Kısa süreli depolamalarda 4°C sıcaklık yeterli olmaktadır [20]. Çelikler depodan alındıktan sonra, serin bir ortamda 25-50 tanesi demet yapılarak bir gece bekletilir. Daha sonra, hava delikleri açılmış torbalara konularak paketlenir.

4.4.1. Köklendirme

Depodan çıkarılan çeliklerin uç kısımları keskin bir bıçakla bir miktar kesilmelidir. Çelik, depolanmadan hemen köklendirilecekse bu işlem gerekmez [20].

Köklendirme ortamına konulacak çelikler, bazı özel hormonlar içeren bir karışıma batırılır. Daha sonra, kum, perlit adı verilen özel bir madde ve torf olarak bilinen organik maddece zengin toprak karışımı içine konulur [15]. Köklendirme ortamının nem ve sıcaklık koşulları da bitkinin ihtiyacına uygun olmalıdır. Ayrıca, çelikler dikilmeden önce, ortamın sterilize edilmiş olması da çok önemlidir.

Hazırlanmış köklendirme ortamına, m² 'ye 400-500 çelik gelecek şekilde çelikler dikilir ve belli sürelerle bunların üzerine su püskürtülür. Bu çelikler güneş ışığına direkt maruz kalmamalıdır. Köklenme süresi, sıcaklığa bağlı olarak 10-20 gün arasında olabilir.

Kök uzunluğu 1-1.5 cm olduğunda çelikler sökülmeli ve gerekirse 1°C civarında sıcaklıkta depolanmalıdır [20]. Depolama süresi en fazla iki hafta olabilmektedir.

Köklendirilmiş çelikler, toprağa dikilirken derine sokulmamalı, çok yüzeysel dikilmelidir. Dikimden sonra belirli aralıklarla ilaçlama yapılarak, hastalık ve zararlılara karşı korunmalıdır. Yine belirli dönemlerde, Potasyum, Azot ve Fosforlu gübreler verilerek, bitkinin sağlıklı gelişmesi sağlanmalıdır.

4.4.2. Dikim Zamanı Tespiti ve Çeliklerin Dikimi

Karanfiller, yıl boyunca her hangi bir zamanda dikilebilirler. Ancak ilkbaharda dikildiği zaman gelişmeleri daha hızlı, sonbaharda dikildiği zaman ise, daha yavaş olmaktadır [20]. Dikim zamanlaması, çiçek alınmasının ne zaman istendiğine bağlı olarak belirlenmektedir. Kasım ayında dikim yapıldığında, Mayıs-Haziran aylarında çiçek açması beklenilebilir [20]. Hava sıcaklığı mevsim normallerinin altında olursa, bu süre uzamaktadır.

Karanfilin dikiminden yaklaşık bir ay sonra, tepe sürgütünün uzaması ve beş-altı çift yaprak meydana gelmesi sonucunda "uç alma" işlemi ile tepesinin kırılması gerekmektedir. Uç almadan sonra, yaprak diplerinden yeni sürgünler çıkar ve çiçek veren dallar bu sürgünlerden elde edilir [20]. Eğer alttan gelen sürgünlere tekrar uç alma işlemi uygulanırsa, bu sürgünlerde çiçeklenme daha geç olur ve böylelikle çiçeklenme daha uzun zamana yayılabilir.

4.4.3. Sulama Sıklığı

Sulama sıklığı, toprak yapısına, nemine ve mevsime göre değişir. *Dianthus caryophyllus* (Karanfil) bitkisi, susuzluğa nispeten dayanıklı olmakla beraber, toprağın iyice kurumadan düzenli olarak sulanması ve nemli tutulması iyi sonuç vermektedir. Aşırı sulama ise, köklerin zayıf kalmasına, sapın fazla uzamasına, kalitesi düşük yumuşak çiçekler oluşmasına neden olmaktadır [20]. Yaz aylarında 2-3 günde bir, kışın ise, 10-15 günde bir sulanabilir.

4.4.4. Gübreleme

Karanfilde gübreleme işlemi, ülke şartlarına, benimsenen üretim metodlarına ve bazı tercihlere göre farklılık gösterebilir. Dikimden 3-4 hafta sonra başlanabileceği gibi, bir hafta sonra da gübre verilebilmektedir.

Bitkinin en çok ihtiyaç duyduğu elementler, Azot, Fosfor ve Potasyum olarak belirlenmiştir [20]. Topraktaki besin maddelerinin azlığı veya çokluğu bitkinin görünümünde bazı değişikliklere yol açmaktadır. Bu belirtilerin hangi elemente ait olduğu, çok kesin olmamakla beraber belirlenmiştir. Bu bilgiler dahilinde, söz konusu temel elementlerin etkileri aşağıda ayrı ayrı belirtilmiştir.

4.4.4.1. Azot (N)

Düşük düzeydeki Azot (20 ppm 'den az), yaprakların küçük, ince ve dar kalmasına, kıvrıklığın olmamasına yol açar. Bitki sarımsı soluk bir renk alır. Önlem alınmazsa yapraklar dökülerek, bitki zayıflar ve küçük çiçekler meydana gelir [20]. Azot fazlalığı ise, (200 ppm'den fazla), çok koyu renkli gövde ve yaprak meydana gelmesine neden olur. Çiçek ve sap zayıflığı söz konusu olup, bu durumda büyüme gücü de görülebilir. Karanfilin yıllık Azot ihtiyacı 130-200 g saf Azot olarak hesaplanabilir, ki bu değer, 40-100 ppm toprak konsantrasyonuna denk olmaktadır.

4.4.4.2. Fosfor (P)

Karanfilin Fosfor ihtiyacı, toprak konsantrasyonu olarak 2 ppm kadar olup, bu değer m^2 'ye 100-250 g süperfosfat gübresi vererek elde edilebilir. Fosfor, çiçeklenme ve kök gelişimi için önemli bir elementtir ve az miktarda Fosfor yeterli olabilmekte, fazlalığı ise, pek önemli olmamaktadır [20].

4.4.4.3. Potasyum (K)

Karanfilin fazla miktarda ihtiyaç duyduğu bir element olan Potasyumun noksanlığı, önemli yapısal bozukluklara yol açmaktadır. Yapraklarda lekeler ve solmalar görülmesi, bitki zayıflığı ve çiçek veriminde düşüklük, başlıca Potasyum eksikliği belirtileridir [20]. Yılda m^2 'ye 150 g Potasyum verilmesi yeterli olup, fazlalığı önemli bir soruna yol açmamaktadır. Fakat toprakta tuzun artmasına neden olabilir ve bu da istenmeyen bir durumdur.

4.4.4.4. Kalsiyum (Ca)

Noksanlığı fazla bir belirti göstermemekle birlikte, toprakta 150-200 ppm kadar Kalsiyum bulunması gerekir [20]. Alt yaprakların koyu yeşil renk alması ve çiçeklerin tam olarak açılmayışı gibi durumlar, Kalsiyum noksanlığından kaynaklanabilir. Bazen, genç yapraklarda ve köklerin ucunda yanma da görülebilir. Toprak pH 'ı 6 veya daha fazla ise, bitki Kalsiyumdan kolayca yararlanır [20]. Toprağın yapısında Kalsiyum var ise (kireçli topraklar), ayrıca verilmesine gerek yoktur.

4.4.4.5. Magnezyum (Mg) ve İz Elementler (Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo)

Magnezyum noksanlığı, yapraklarda sarılaşmış damarların görülmesine neden olabilir. 50 ppm kadarı yeterli olabilmektedir. İz elementlerin etkisi ise, tam olarak bilinmemektedir [20]. Bor noksanlığı ise, sap ve yaprak çatlamalarına neden olabilir ve bitkinin ihtiyacı 5 ppm kadar olup, m²'ye 2 g boraks gübresi yeterli olmaktadır.

4.5. ÇİÇEK KESİMİ (DERİM)

Normal olarak karanfilin vazoda açılması gerekir. Bu nedenle, henüz tam açılmamış durumdayken çiçek derimi yapılmalıdır. Kesme işlemi, sabahın erken saatlerinde, keskin bir bıçakla, uzun saplı olarak kesmek suretiyle yapılmaktadır [20]. Özellikle yaz aylarında, sıcakta kesim yapılması, çiçeklerin gevrekliğini yitirmesine neden olacağından, vazo ömrü kısalabilmektedir. Kesilen çiçekler, demet yapılarak bir araya getirilir ve satışa hazır olması için ambalajlanır veya duruma göre suya konulur [20].

BÖLÜM 5

YAPILAN DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu tez çalışmasında, Radyoaktif İzleme Tekniğinin, çeşitli bitki besin elementlerinin bitki tarafından alınışını incelemek için kullanımı ele alınmıştır. Çalışmanın niteliğine karar verildikten sonra, amaca yönelik olarak, uygun olabilecek bitkilerin incelenmesine başlanmıştır. Bu doğrultuda hareketle, bir ön araştırma yapılarak, bir bahçe bitkisinin alınmasına karar verilmiştir.

Bu ön çalışmayı takiben, gerek deneyin başlangıç ve bitiş zamanlarına uyabilmesi, gerekse yetiştirme şartlarının ve bakımının zor olmayışı nedeniyle, çalışmayı gerçekleştirmek için *Dianthus Caryophyllus* (Karanfil) adlı süs bitkisi seçilmiştir.

Bölüm: 4 içinde anlatıldığı üzere, karanfilin celiklemeyle yetiştirilmesi yetiştiricilik açısından avantajlıdır. Bu nedenle, bu tez çalışması çerçevesinde, karanfil yetiştirilmesi için celikleme yöntemi kullanılmıştır.

5.1 DIANTHUS CARYOPHYLLUS (KARANFİL) FIDELERİNİN TEMİNİ

Çelikleri köklendirme işlemi profesyonel bir çalışma olup, bu konuda başarı sağlayamama olasılığı hayli yüksektir. Bu nedenle çalışmamız için hazır fide alınması yoluna gidilmiştir. Bir başka deyişle, köklendirilmiş çelikler satın alınarak deneye başlanmıştır.

Fidelerin (köklü çeliklerin) temini için, çiçek üreticileri ziyaret edilmiş, alınan bilgiler ışığında yakın ve deneyimli karanfil üreticilerinin Yalova'da olduğu saptanmıştır. Yalova'da bu konuda çalışan bir çok kuruluş mevcuttur. Bunlar arasında önemli ikisi; bir devlet kuruluşu olan "Yalova Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü", ile, üreticilere fide temin eden "Sınırlı Sorumlu Çiçek Yetiştirme ve Satış Kooperatifi" dir. Ayrıca pek çok özel çiçek üreticisi de bulunmaktadır.

Deneyimizin gerçekleştirilmesi için, (daha sonra ayrıntısı verileceği üzere) 50 adet Dianthus caryophyllus (Karanfil) bitkisine gereksinimimiz olmuştur. Yalova'daki devlete ait "Yalova Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü"nde çalışmamızın başlangıç döneminde henüz fide üretimi başlamamış olduğu için buradan yararlanmak mümkün olamamıştır.

Fide temini için "Sınırlı Sorumlu Çiçek yetiştirme ve Satış Kooperatifi" imkanlarından yararlanılmıştır. Esasında, profesyonel üreticiler dışındaki taleplere cevap vermeyen bu üretici kooperatifi, üniversiteye mensup olmamız ve çalışmamızın tümüyle bilimsel anlam taşıması nedeniyle, bu konuda yardımcı olmuştur. Söz konusu fide sayısı, bu kuruluşun satış miktarlarının yanında hayli az olmasına karşın, çalışmamızı desteklemek üzere, fide seçimini bizim için özel bir itina ile yapmışlardır.

Ayrıca bu kooperatiften karanfil üretimine yönelik teknik bilgiler ve tavsiyeler elde etmemiz de mümkün olabilmektedir. Edinilen bilgiler ışığında, deneyimiz için değişik şartlara kolay uyum sağlayabilen ve kırmızı renkli çiçek açan "Astor" çeşiti karanfil seçilmiştir.

5.2. BİTKİLERİN DİKİMİ ve YETİŞTİRİLMESİ

Karanfillerin saksılara dikimi 5 Kasım 1992 tarihinde yapılmıştır. 7-8 cm boyunda olan fideler, Şekil 5.1. 'de görüldüğü gibi, her biri ayrı bir saksıya olmak üzere, itina ile dikilmiştir.



Şekil: 5.1. *Dianthus caryophyllus*'un Dikimi

Deney boyunca, bitkilerin yetiŖme sũrecinde yapılması gereken bazı uygulamalar da gerekleŖtirilmiŖtir. Bunlardan ilki, "kœk boğazı hastalığı" etmenine karŖı yapılan ilaçlama olup; daha œnce sœz edildiğı üzere, gereken miktar ve konsantrasyonda hazırlanarak, bitkinin toprağı temas eden kısmına dœkœlmœŖtir. Diğeri bir uygulama ise, "uç alma" olarak adlandırılan bir iŖlem olup, dikimden 1-1.5 ay sonra yapılan, bitkinin uç sũrgœnœnœn kırılmasıdır. Bu iŖlem 4.Bœlœm'de anlatılmıŖ olduğı gibi, yalnızca bir defa yapılmıŖtır.

Ayrıca, sulama haftada iki kez her saksı için 100 ml olarak yapılmıŖtır. Bu miktar, saksı hacmindeki toprak için uygun olup, bitkinin su ihtiyaını karŖılamakta, ancak fazla gelerek saksı dıŖına taŖmayan dœzeyde kalmaktadır.

Bunlardan ayrı olarak, bitkinin yetirtirildiğı ortam, labratuvar ortamı olup, tœm alıŖma Ŗartlarında oda sıcaklığı Ŗartlarını muhafaza etmiŖtir. Bu sıcaklık dœzeyi ise, karanfilin yetiŖtirilmesi için gerekli sera Ŗartlarını saėlamıŖtır.

5.3. ALIŖMADA KULLANILAN RADYOİZOTOPLAR VE BİLEŖİKLER

Dianthus caryophyllus (Karanfil) yetiŖtirilmesinde œnemli 11 element; Molibden, inko, Magnezyum, Potasyum, Mangan, Bakır, Demir, Kobalt, Kalsiyum, Fosfor, Azot olarak sayılabilir.

Radyoaktif izleme Tekniğı ierevesinde, bu elementlerin bitki geliŖimindeki rolœnœn incelenebilmesi için, her bir elementin "uygun" bir bileŖiğinin aktiflenmesi gereklidir. Bunun için (n, γ) reaksiyonundan yararlanılacaktır.

Bu durumda,yukarıda sayılan 11 elementin (n, γ) reaksiyonuna cevap verme durumlarının incelenmesi öncelikle gerekli olmuştur. (n, γ) reaksiyonuna cevap veren besin elementlerine ilişkin olarak Tablo 5.1. düzenlenmiştir [22].

Tablo: 5.1.

(n, γ) Reaksiyonuna Cevap Veren Besin Elementlerine İlişkin Bilgiler

Radyoizotop	Bolluk	Yarı-ömr	Enerji(Kev)	Oluşum Reaksiyonu
Mo-99	0.2413	65.94 saat	140.51 181.06 739.58 778.00	Mo-98 (n, γ)
Zn-65	0.4860	243.9 gün	1115.55	Zn-64 (n, γ)
Mg-27	0.1101	9.46 dak.	843.76 1014.43	Mg-26 (n, γ)
K-42	0.0673	12.36 saat	1524.58	K-41 (n, γ)
Mn-56	1.0000	2.58 saat	846.76 1810.72 2113.05	Mn-55 (n, γ)
Cu-64	0.6917	12.7 saat	511.00 1345.77	Cu-63 (n, γ)
Fe-59	0.0028	44.5 dak.	142.65 192.35 1099.25 1291.60	Fe-58 (n, γ)
Co-60	1.0000	5.27 yıl	1173.24 1332.50	Co-59 (n, γ)
Ca-49	0.00187	8.72 dak.	3084.5 4072.0	Ca-48 (n, γ)

Bu konuda toplanan bilgiler değerlendirildiğinde, radyoaktif izleyici olarak kullanmak üzere Kalsiyum, Fosfor ve Azotun (n,γ) reaksiyonu açısından uygun olmadığı görülmektedir. Radyoaktif Kalsiyumun yarı-ömrü hayli kısa olmasının yanında, bolluğu da hayli düşüktür. Bu durum, Kalsiyumun radyoaktif izleyici olarak kullanımına engel teşkil etmektedir.

Fosfor ise, (n,γ) reaksiyonu vermemekte, radyoaktif fosfor beta aktif olmaktadır. Beta ışınlarının bitkiden ölçümleme veriminin; bu ışınların menzillerinin malzeme içinde kısa olması nedeniyle düşük olacağı göz önüne alınarak, deneyde fosforun radyoaktif izleyici olarak kullanılmasından vazgeçilmiştir. Azot ise, (n,γ) reaksiyonuna cevap vermemektedir.

Bu inceleme sonunda, azot, fosfor ve kalsiyum çalışma deneylerimiz kapsamına alınmamıştır. Bu durumda. Radyoaktif İzleme Tekniği çerçevesinde sekiz elementin etkisi incelenebilecek olup, bu elementler; Molibden, Çinko, Magnezyum, Potasyum, Mangan, Bakır, Demir, Kobalt olarak tespit edilmiştir.

İncelenecek elementlerin belirlenmesinden sonra, diğer bir önemli husus da bu elementlerin kimyasal bileşiklerini seçmektir. Burada en uygun bileşiğin seçilmesi işinde, incelenecek elementler açısından, iki ana kriterin göz önüne alınması gerekmektedir. Bu iki kriter; suda çözünabilirlik ve bitki için toksik olup olmaması durumudur. Ayrıca, değerlendirme yapılırken bulunabilirlik ve ekonomik olma hususları da tali kriter olarak dikkate alınmıştır.

Bu değerlendirmelere göre, incelenecek sekiz element için ele alınabilecek bileşikler ve bu bileşiklere ilişkin bilgiler Tablo 5.2. 'de görülmektedir [22]. Belirlenen elementlerin suda kolay çözünen ve en az toksik olan tuzlarının seçilmesi yoluna gidilmiş, ayrıca bileşiğin formülünde yalnızca deneyde kullanmak istediğimiz elementin (n,γ) reaksiyonuna cevap vermesi, diğer elementlerin aktiflenmemesi istenmiştir.

Tablo 5.2.

Seçilen Elementlerin Bazı Bileşiklerine İlişkin Bilgiler

Bileşik	Kimyasal Toksikite ve Tehlike Durumu	Suda Çözünürlük	Bulunabilirlik ve Ekonomi
MoO_3	Zehirli	Az Çözüntüyor	Bulunabilir, Pahalı
$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Cilde çok zararlı, tahriş edici	Cok iyi çözüntüyor	Bulunabilir, Uygun fiyatlı
$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Cilde çok zararlı, tahriş edici	İyi çözüntüyor	Bulunabilir, Uygun fiyatlı
KNO_3	Yanıcı	İyi çözüntüyor	Kolay bulunabilir, uygun fiyatlı
$\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Zehirsiz ve tehlikesiz	Cok iyi çözüntüyor	Kolay bulunabilir, pahalı
$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	Cilde zararlı, tahriş edici	İyi çözüntüyor	Kolay bulunabilir, pahalı
$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	Zehirsiz ve tehlikesiz	Cok az çözüntüyor	Kolay bulunmuyor, pahalı
FeCl_3	Zehirli	Cok iyi çözüntüyor	Kolay bulunabilir, uygun f.
$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Zehirli	Cok iyi çözüntüyor	Kolay bulunabilir, pahalı
$\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Zehirli	Cok iyi çözüntüyor	Kolay bulunabilir, pahalı
CoCl_2	Cok zehirli	Az çözüntüyor	Pahalı

Tablo:5.2. incelendiğinde görülmektedir ki; istenen niteliklere sahip bileşikler çoğunlukla nitrat bileşikleri olmaktadır. Ayrıca, nitrat tuzlarının formülünde yer alan Azot, (n,γ) reaksiyonuna cevap vermemekte, oksijenin ise, nötronla ışınlamasından sonra, 26.91 saniyelik yarı-ömrü olan O-19 radyoizotopu oluşmaktadır.

Bu durumda, nitrat tuzları kullanıldığı taktirde, reaktördeki ışınlamadan yaklaşık 5 dakika sonra, sadece çalışılması istenen element aktif olarak kalacaktır. Deneylerimiz genellikle, ışınlamadan yaklaşık 1 tam gün geçtikten sonra yapılmıştır. Bu şartlarda, nitrat tuzları Radyoaktif İzleme Tekniği açısından uygun kimyasal bileşikler olarak nitelenebilmiştir.

Ancak, incelenecek sekiz elementin hepsinin nitrati seçilememektedir. Örneğin, Molibden elementinin oksiti ile çalışılmıştır. Zira Molibdenin nitrat tuzu piyasada ticari olarak bulunmamaktadır. Demir elementinin ise, klorla yaptığı bileşiğin alınması uygun olmuştur. Bunun nedeni, demirin klorür tuzunun, nitrat tuzuna oranla suda daha iyi çözünmesi ve daha ekonomik olmasıdır.

Seçilen elementlerin, çalışmanın yapılabilmesi açısından sorun olmayacak fiziksel özelliklere sahip olan bileşikleri böylelikle belirlenmiş olmaktadır. Bu bileşiklerin fiziksel özellikleri ise, Tablo 5.3.' de verilmektedir [22].

Tablo 5.3.

Çalışılan Bileşiklerin Özellikleri

Bileşik	Suda Çözünürlük [gr/lt]	Erime Noktası [°C]	Molekül Ağırlığı [gr/mol]	Termal Bozunum Sıcaklığı [°C]
MoO_3	0.5	795	143.94	—
$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	1800	36	297.47	—
$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	420	90	256.41	90
KNO_3	320	334	101.11	400
$\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	3800	37	251.01	100
$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	2670	114	241.60	170
FeCl_3	920	305	162.21	200
$\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	1330	57	291.04	100

İncelenecek elementlerin radyoizotoplarının yarı-ömrüleri -Kobalt dışında- "uzun" olmayıp, çalışmanın yapılmasına izin verecek mertebededir. Kobalt ise, 5.27 yıllık bir yarı-ömre sahip olup, bu yarı-ömür istediğimizden hayli uzundur. Bununla beraber incelememiz içine alınmıştır.

5.4. DENEYDE KULLANILACAK BİTKİLERİN HAZIRLANIŞI ve RADYOAKTİF İZLEME TEKNİĞİNİN UYGULAMA ŞEKLİ

Sekiz elementin etkisinin incelenmesi amaçlandığı için, "çok sayıda" *Dianthus caryophyllus* (Karanfil) bitkisinin yetiştirilmesi gerekmiştir. Çiçek yetiştirilmesinde %10 fire normal olarak kabul edilmekte ve radyoaktiviteyle çalışıldığında, bu fire riskinin artması söz konusu olabilmektedir.

Öte yandan, bir element için bir bitkinin yeterli olmayacağı düşünülerek, genel bir fikir edinmek üzere; standart sapma kavramı çerçevesinde her bir elementin etkisini incelemek için, en az üç çiçekle çalışmak gerektiği kanaatine varılmıştır. Fireler de göz önüne alınarak, her element için en az dört çiçek gerekli olmuştur.

Işınlanan elementler, ilgili saksılara yaklaşık onbeş gün veya bir aylık periyotlarla verilmiş ve deney süresince sekiz ayrı elementin radyoizotopu için dörder saksı kullanılmıştır. Bunun yanı sıra, her bir elementin ışınlanmamış bileşiği de birer saksıya verilmiştir. Böylelikle, bir elementin etkisini gözlemlemek için beş saksı ayrılmıştır. Bu durumda, sekiz elementin incelenmesi için, 40 çiçek yetiştirilmesi gerekmiştir. Buna ilaveten 10 saksıdaki çiçeğe de hiç bir radyoizotop verilmemiştir ve radyoaktif element verilenlerle mukayese yapılabilecek şartlar oluşturulmuştur. Deneyin yürütülmesi için, bu şekilde toplam 50 adet çiçek yetiştirilmesine karar verilmiştir.

Bunun için 50 fide alınarak, her biri ayrı saksıya dikilmiştir. Şekil: 5.2'de dikilen 50 fide toplu halde görülmektedir.



Sekil: 5.2 Dikilen 50 adet *Dianthus caryophyllus*

Radyoaktif madde verilmeyen on saksıdan beşine, piyasada satılmakta olan sıvı bir bitki besin maddesi solüsyonu (Pokon) verilmiştir. Bu sıvı gübrenin bileşiminde Tablo :5.4.'de görüldüğü üzere, deneyde kullanılan tüm elementler bulunmaktadır.

Tablo 5.4.

Pokon Adlı Bitki Besininin Bileşimi

N : % 14

P : % 5

K : %6

İz elementler : Mg, Mn, Zn, B, Mo,

Cu, Fe, EDTA kompleks formülü

Her bir element için ayrılan saksıların 3., 4., ve 5. Uyelerine de bu sıvı gübre ilave olarak verilmiştir. Böylelikle, bitkinin verilen elementi alış mekanizmasında bir farklılık gösterme durumunun olup olmadığı araştırılmak istenmiştir. Radyoaktif madde verilmeyen son beş saksı kontrol grubu olarak yetiştirilmiştir. Bu grubun Uyelerine hiç bir besin maddesi verilmemiştir. Gruplar halinde *Dianthus caryophyllus* bitkileri dikim, ilaçlama ve uç alma işleminden sonraki haliyle Şekil: 5.3 - Şekil: 5.4'de görülmektedir.



Şekil: 5.3. Co Verilen
Dianthus caryophyllus'lar



Şekil: 5.4. Mo Verilen
Dianthus caryophyllus'lar



Şekil: 5.5. Zn Verilen
Dianthus caryophyllus'lar



Şekil: 5.6. Fe Verilen
Dianthus caryophyllus'lar



Şekil: 5.7. Cu ve Mn Verilen
Dianthus caryophyllus'lar



Şekil: 5.8. K ve Mg Verilen
Dianthus caryophyllus'lar



Şekil: 5.9. Kontrol Grubu Olarak Dikilen
Dianthus caryophyllus'lar

Deneyde kullanılan tüm bitkiler, dikimden itibaren gerekli zamanlarda "kök boğazı hastalığı" olarak bilinen bir mantar enfeksiyonuna karşı ilaçlanmıştır. Bu işlem için, Yalova Çiçek Yetiştirme ve Satış Kooperatifi'nden temin edilen "Rizolex 50 WP " adlı tarım ilacı, önerilen dozda kullanılmıştır.

Profesyonel yetiştiricilikte; dönüm başına (19000 fide için), 1 kg ilaç (Rizolex 50 WP) 250 litre suyla karıştırılarak kullanılmakta olup, yapılan hesaplar sonucunda, 4.5 g/l konsantrasyonda hazırlanan karışımdan her bir bitkiye 13 ml verilmiştir.

Tavsiye edildiği gibi dikimden dört gün sonra yapılan bu ilaçlama, altı hafta sonra tekrarlanmıştır. Bunun dışında, başka bir hastalık veya zararlı mücadelesi yapılmamıştır.

Dikimde kullanılan saksılar, birbirine özdeştir. Bir başka deyişle, kullanılan saksılar benzer olup, aynı malzemeden yapılmışlardır.

Fidelerin dikimi için "iek toprağı" olarak nitelenen toprak temin edilmiş ve saksılarda bu toprak kullanılmıştır. iek toprağı ITU Vakfı sera işletmeciliğinden temin edilmiştir. Ayrıca, Her fidenin dikimi için aynı miktarda iek toprağı (2 kg) kullanılmıştır.

Profesyonel karanfil üretimi, saksılarda değil sera veya tarla tarımı şeklinde yapılmaktadır. Fakat deneyin uygulanabilmesi bakımından, her bir bitki için bir saksı kullanmak zorunlu olmuştur.

Bu zorunluluğun iki önemli nedeni vardır. Bunlardan ilki, bitkilerin olası bir hastalık etmeninden en az etkilenmesini sağlamak, bir başka deyişle, bulaşıcılığı önlemektir. Diğer işe, radyoaktivitenin tek bir bitki için ölçülebilmesi; bitkinin verilen maddeyi topraktan ne kadar alabildiğinin belirlenebilmesi içindir. Böylelikle, saksıda olan bitki diğerlerinden ayrılarak, sayım sistemi önüne tek başına gtrlebilmiştir.

Karanfilin temel ihtiyaç duyduğu  element; Potasyum, Fosfor ve Azot olarak bilinmektedir [20]. Bu  elementten biri olan Potasyum, incelenen elementlerimizden biridir. Potasyumun miktarı, iz element olarak adlandırılan ve bitkinin az miktarda kullandığı bilinen, deneyin diğer elementlerinin 10 katı fazla alınmıştır. Temel besin elementlerinden diğer ikisi olan Azot ve Fosfor ise, daha önce belirtildiği üzere, (n, ) reaksiyonuna cevap vermeyişi nedeniyle incelenememiştir.

Hesaplamalar yapılırken, toprakta nitrat düzeyinin *Dianthus caryophyllus* (Karanfil) bitkisi için sınır değer olan 200 ppm 'den az olmasına dikkat edilmiştir [20].

5.5. BİTKİYE BESİN MADDESİ OLARAK VERİLECEK RADYOİZOTOP MİKTARININ HESABI

Her besin maddesi için bitkiye verilmesi gereken element miktarı, 1 yıl için birim yüzey (m^2) başına olmak üzere belirlenerek verilmektedir [15]. Buna göre, deneyde kullanılan besin elementlerinin miktarına ilişkin değerler Tablo 5.5. 'de görülmektedir.

Deneylerde, *Dianthus caryophyllus* (Karanfil) tarla veya tarhlara değil, saksılara dikildiğinden, saksı yüzeyine göre hesap yapmak gerekmiştir. Buna göre,

$$k_s = k_o \cdot a_s \quad [5.1]$$

olacaktır. Burada :

k_s : Saksıya verilecek bileşik miktarı

k_o : m^2 başına verilmesi gereken bileşik miktarı

a_s : Saksı yüzeyi (m^2)

ifade etmektedir.

Deneyin belirli sıklıkta tekrarı söz konusu olduğundan, haftalık verilecek bileşik miktarının (k_{sh}) bulunması uygun olacaktır. Buna göre,

$$k_{sh} = \frac{k_s}{52} \quad [5.2]$$

olarak hesaplanabilir.

Öte yandan, bileşikteki besin elementlerine göre hesap yapıldığında,

$$m_{si} = \frac{k_{sh} \cdot m_i}{m_t} \quad [5.3]$$

ifadesinden yararlanılmıştır.

Burada:

m_{si} : 1. elementin bileşik halinde saksıya verilecek miktarı (gr/hafta)

m_t : Bileşiğin molekül ağırlığı (gr)

m_i : 1. elementin bileşik içindeki ağırlığı (gr)

temsil etmektedir.

Deneylerin yaklaşık 15 gün sıklıkla tekrarlanacağı düşünülmüştür. Bu durumda her deneyde verilebilecek miktarların bulunması için, Denklem (5.3) 'den hesaplanan miktarın 2 mislinin (k'_{sh}) alınması uygun olmaktadır.

Öte yandan, *Dianthus Caryophyllus* (Karanfil) bitkisi için toprakta bulunması gereken elementlerin miktarı, ppm ölçüsünde olarak belirlilidir [20]. Saksılara konulan toprak miktarı 2 kg ve saksılar özdeş olduğu için, kütleisel hesaplamalarda bu değer esas alınmıştır.

Ayrıca, topraktaki nitrat düzeyi de 200 ppm ile sınırlı olmak durumundadır [20]. Seçilen deney bileşiklerinin çoğu nitrat tuzu olduğu için, bu limit de hesaplamalarda bir kontrol değeri olarak göz önüne alınmıştır.

Bu durumda, tüm bu limitleri konservatif ve marjinal olarak sağlayacak değer, Potasyum için 30 ppm, ve diğer besin elementleri için 3 ppm olarak belirlenmiştir. Böylelikle, deneylerimizde kullanılacak elementlerin işinlanacak miktarlarının saptanmasında , bu değerlerin mg cinsinden karşılığı bulunarak, bu miktarlarla çalışılmıştır.

Çalışılan besin elementleri için saptanan toprak konsantrasyonları ve buna ilişkin mg değerleri, Tablo 5.5.' de gösterilmektedir. Tabloda ayrıca, her bir bileşik için söz konusu olan nitrat miktarları ve konsantrasyonu verilmiştir.

Tablo 5.5.

Element Bazında Toprak Konsantrasyonunun ppm Ölçüsüne Karşılık Gelen Madde Tartımları

Bileşik	Toprak Konsantrasyonu (ppm)	Element Miktarı (mg)	Bileşik Miktarı k_{sh} (mg)	NO_3 Miktarı (mg)	NO_3 Konsantrasyonu (ppm)
KNO_3	30	60	155	95	47.5
$Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	3	6	27.3	11.34	5.7
MoO_3	3	6	9	—	—
$Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	3	6	65.4	31.62	15.8
$FeCl_3$	3	6	17.4	—	—
$Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	3	6	29.6	12.6	6.3
$Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$	3	6	22.8	11.7	5.9
$Mn(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	3	6	27.4	13.5	6.8

5.6. ÇALIŞMADA KULLANILAN RADYOİZOTOPLARIN AKTİVİTE HESABI

Gerek bitkilerin zarar görmesini engellemek, gerekse çalışma güvenliği açısından, aktivitelerin düşük düzeyde tutulması ön görülmüştür. Bunun için, 0.1-10 µCi aralığında kalacak şekilde çalışmak planlanmıştır.

İşinlamalar, 250 KW güçte çalışabilen İ.T.U. TRIGA Mark-II Eğitim ve Araştırma Reaktörü'nün Merkezi işinlama tüpünde tam güçte gerçekleştirilmiştir. Bu durumda çalışılan elementlerin özgül aktivitelerinin hesaplanmasında:

$$S_o = \frac{0.6 \sigma \phi k}{A 3.7 \cdot 10^7} [1 - \exp(-0.693 t/\tau)] \quad [5.4]$$

esitliği kullanılmıştır [2,3, 1]. Burada:

- S_o : Özgül Aktivite
- ϕ : Isıl Nötron Akısı ($8 \cdot 10^{12}$ n/cm².s)
- σ : Isıl Nötron Tesir Kesiti
- A : Atom ağırlığı (Hedef Atomun)
- t : İşinlama Süresi
- τ : Yarı-Ömür
- k : İzotopik Bolluk

ifade etmektedir.

Çalışılan aktiviteyi bulmak için:

$$S = m S_a \quad [5.5]$$

kullanılmıştır. Burada:

S : Aktivite

m : Numune Ağırlığı

ifade etmektedir.

Bu şekilde hesaplanan ışınlama süreleri hayli kısa olmaktadır. Ancak, radyoizotopların bitkiye verilmesi, hemen ışınlama bitiminde olmamakta, deneyin hazırlığı sırasında bir bekletme süresi söz konusu olmaktadır. Hal böyle olunca çalışılan sekiz elementden mangan ve magnezyum dışında olan 6 tanesi için 3 dakikalık ışınlamalar talep edilmiştir.

Bu süreden kısa ışınlama halinde, reaktörün güce çıkıp inmesi periyotlarındaki akı değişiminin, elde edilecek aktivite üzerinde etkili olabileceği düşünülmüştür. Bu durumda, ışınlamadan sonra istenen çalışma aktivitesine ulaşmak için bir bekletme süresi gerekli olmuştur ve deneylerin, ışınlamadan bir tam gün geçtikten sonra yapılması uygun görülmüştür.

Bu durumda, reaktördeki ışınlama sonundaki özgül aktivite (S'_0):

$$S'_0 = S_0 [\exp (-0.693 t/\tau)] \quad [5.6]$$

olarak hesaplanmaktadır. Verilen elemanların aktiviteleri, bitkiye verilmeden önce hesaplanarak, verilebilecek düzeyde olduğu anlaşıldığında verilmiştir.

Yarı-ömrü kısa olan radyoizotoplar için ısınlama süresi daha uzun tutulmuştur. Böylelikle, daha uzun süre çalışılma imkanı yaratılmıştır. Çalışılan kısa yarı ömürlü radyoizotoplardan biri mangan olup, 8 dakika ısınlanmıştır. Diğeri ise, magnezyumdur ve 6 dakika ısınlanmıştır.

Isınlanan her bir element ısınlama parametreleri ısınlama bitimindeki aktiviteler hesaplanmış ve Tablo 5.6. oluşturulmuştur.

Tablo 5.6.

Çalışılan Elementlere İlişkin Isınlama Değerleri

Element	İzotopik Bolluk (k)	Termal Tesir Kesiti σ [barn]	Yarı-ömrü τ	Is. Süresi	Isınlama Bitimindeki Aktivite (μCi)
Zn-65	0.4860	0.726	243.9 gün	3'	0.238
Mo-99	0.2413	0.131	65.94 sa	3'	0.2
Mg-27	0.1101	0.0372	9.46'	6'	266.98
Mn-56	1.0000	13.2	2.58 sa	8'	11523
Fe-59	0.0028	1.31	44.5 gün	3'	2.66×10^{-4}
Co-60	1.0000	37.13	5.27 yıl	3'	0.988
Cu-64	0.6917	4.28	12.7 sa	3'	383.44
K-42	0.0673	1.45	12.36 sa	3'	135.66

5.7. IŞINLAMA ve RADYOAKTİF ELEMENTLERİN BİTKİLERE VERİLİŞİ

Deneyde kullanılan bileşiklerin, istenilen toprak konsantrasyonuna karşılık gelen miktarları tartılıp, Alüminyum folyo içine konularak, küçük paketler halinde tecritli ışınlamaya hazırlanmıştır.

250 KW gücündeki I.T.U. TRİGA MARK II Eğitim ve Araştırma Reaktörünün Merkezi Işınlama Tüpünde tam güçte gerçekleştirilen 3 dakikalık ışınlama işlemi sonunda, radyoaktif izleyici elemanlar elde edilmiştir.

Çalışma güvenliğinin gereği olarak, ışınlamadan sonraki gün reaktörden alınan radyoaktif izleyici elemanlar, sayım sisteminde, (bitkiye verilmeden önce) sayıldıktan sonra bitkiye verilmiştir. Radyoaktif izleyici toz halinde olup, folyo açıldıktan sonra toprağa serpilerek ve folyonun 100 ml su ile yıkanması suretiyle, saksıya aktarılmıştır. Radyoaktif izleyicinin bitkiye verilmesi sulama dönemi olan süreçte yapılmıştır. Bir başka deyişle, toprağa verilen radyoaktif izleyici sulama suyuyla çözündürülmüş, folyo da bu su ile yıkanmıştır.

Radyoaktif izleyici bileşiğinin suda çözülüp, bitkinin bu su ile sulanması şeklinde çalışma da düşünülmüştür. Ancak, radyoaktif izleyici bileşiğinin miktarının az olması dolayısıyla, folyodan yeni bir elemana nakli sırasında, zaten az olan radyoaktif izleyici miktarında önemli kayıp verme söz konusu olabileceği için bundan vazgeçilmiştir. Seçilen bileşiklerin suda çözünürlüğü, radyoizotopun toprağa verilip üzerine su dökülmesi şeklinde yürütülmesine uygundur. Bir başka deyişle, radyoizotoplar çözünürlük miktarına göre fazla su ile çözündürüldüğünden sorun yaratmamıştır. Böylelikle, doğal şartlardakine de uyumlu bir çalışma yapılmış olmaktadır.

5.8. SAYIM SİSTEMİ

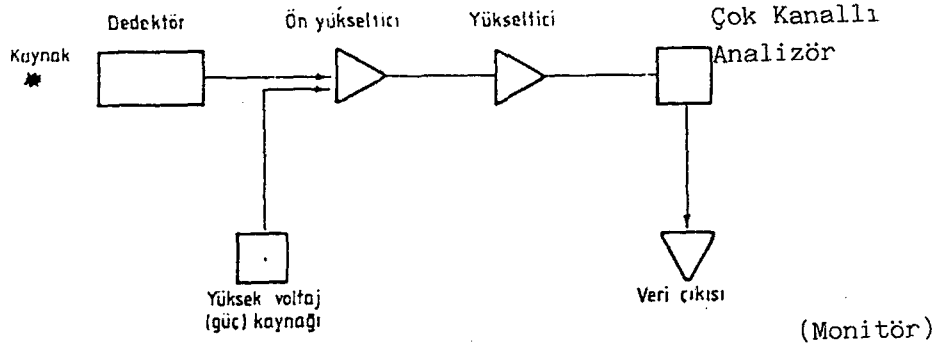
Işınlamayı takiben, radyoaktif izleyiciler ilgili saksıya sulama işlemiyle verilmiştir. Bu işlemin ardından, sayımlar alınmaya başlanmış ve belirli aralıklarla, sayım değerleri (Co-60 ile yapılan deneyler dışında) "doğal sayım (background)" seviyesine ulaşınca dek ölçümler tekrarlanmıştır.

Deneyde kullanılan sayım sistemi; konvansiyonel olarak nitelenebilecek ve I.T.U. Nükleer Enerji Enstitüsü Nükleer Uygulamalar Ana Bilim Dalı Radyoizotop Laboratuvarı'nda bulunan bir sayım sistemidir. Sayım sisteminin ana elemanları bir "sintilasyon dedektörü" ve buna bağlı "çok kanallı analizör" cihazıdır.

Sayım sisteminin bir bütün olarak şematik gösterimi Şekil 5.11'de görülmektedir [1,2,23-25]. Burada kaynak olarak radyasyon yayan cisim kastedilmiş olup; bu deneyde, radyoaktif izleyici, verilen saksılardır.

Sayım sisitemi içinde kullanılan dedektör, NaI (Tl) sintilasyon dedektörüdür [1-3,23-25]. Detektör, bir çok kanallı analizöre bağlanmıştır.

Çok kanallı analizör, ön yükseltici, yükseltici ve güç kaynağını da içeren bir ünite halindedir ve bir monitör yardımı ile çıkışı alınmaktadır. Çok kanallı analizör 256 kanallı, eğitim amaçlı bir analizördür. Böyle bir sistem ile, bir radyasyon kaynağından alınan radyasyonun enerji tesbitinin de yapılması mümkündür [23].



Şekil 5.10. Sayım Sisteminin Seması

Deneyde sağlıklı ölçümler alınabilmesi için iki bitişik kurşun hücre oluşturulmuştur. Böylelikle, saksıların bitki ve toprak bölgesinden sayımlarının alınabilmesi mümkün olmuştur. Bir başka deyişle, oluşturulan kurşun hücre ve saksı üstüne konan kurşun ve ağır beton tuğlalarla bir bölge için sayım alınırken diğerinden etkilenmenin olabildiğince elimine edilmesi sağlanmıştır.

Kullanılan sistemin fotoğrafları Şekil: 5.11 ve Şekil: 5.12'de görülmektedir.



Sekil: 5.11. Deneyde Kullanılan Ölçüm Sistemi



Sekil: 5.12. Deneyde Kullanılan Ölçüm Sistemi

5.9. YAPILAN ÖLÇÜMLELER

Ölçümler, topraktan ve bitkiden olmak üzere alınmış, ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Bitki radyasyonu ölçümü için saksı, Şekil 5.12.'de görülen kurşun hücreye konmuş ve saksının üstü kurşun ve ağır beton tuğlalarla kapatılmıştır. Böylelikle, sadece bitki kısmına ilişkin ölçümler alınmıştır. Ayrıca, detektör yer değiştirtilerek, bitişik kurşun hücrede bu defa sadece saksı kısmından ölçümler alınmıştır. Ancak bitkiye ait kök bölgesi de bu sayımlara dahil olmuştur.

Yapılan ölçümlerde, her ölçümleme seti için öncelikle ortam doğal sayımı (background) alınmış, daha sonra yapılan ölçümlerden bu değer çıkarılarak net sayımlar elde edilmiştir. Sayımlar 1 dakikalık süreyle (c.p.m.) en az üç kez alınmıştır. Daha sonra her sayıma ilişkin standart sapma hesaplanmıştır.

Standart sapma için,

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}{N}} = \sqrt{\frac{\sum x_i^2}{N} - \mu^2} \quad [5.7]$$

yararlanılmıştır [26]. Burada ;

- σ : Standart sapma
- μ : Ortalama sayım değeri
- N : Sayım sayısı
- x_i : i. sayım

ifade etmektedir. Ölçümleme değerleri, tablolar halinde düzenlenmiş ve daima standart sapma ile birlikte verilmiştir.

Sayım süresi olarak 1 dakika "hayli" kısa olmakla beraber, özellikle bitkinin topraktan besin aldığı sürecin takibi açısından "uygun" olarak nitelenmiştir.

Yapılan deneylerin hemen hepsinden benzer sonuçlar alınmıştır. Sekiz elemente ait tipik sonuçlar, standart sapma ile birlikte EK: I 'deki Tablo I.1.-Tablo I.31'de her saksı için ayrı ayrı verilmiştir.

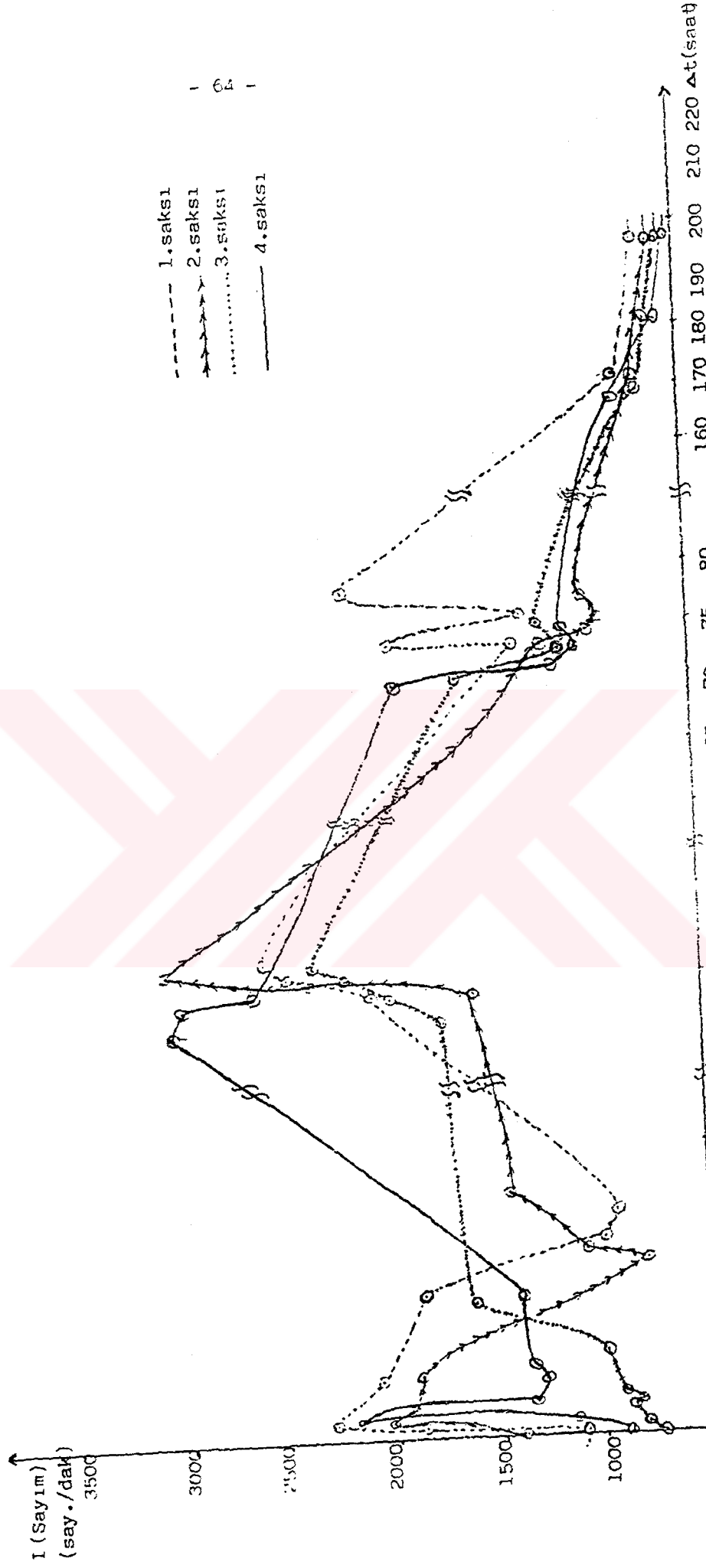
Ek I'de verilen tablolar çerçevesinde sekiz element için çizilen grafikler, Sekil 5.13- Sekil 5.20'de görülmektedir. Her elemente ilişkin grafikde, aynı elementin verildiği saksılara ilişkin sonuçlar üst üste çizilmiştir. Böylelikle ,mukayeseli inceleme ve değerlendirme yapmak mümkün olabilmektedir.

Sekil: 5.13 - Sekil: 5.20 incelendiğinde bazı ortak hususlar gözlemlenmektedir.

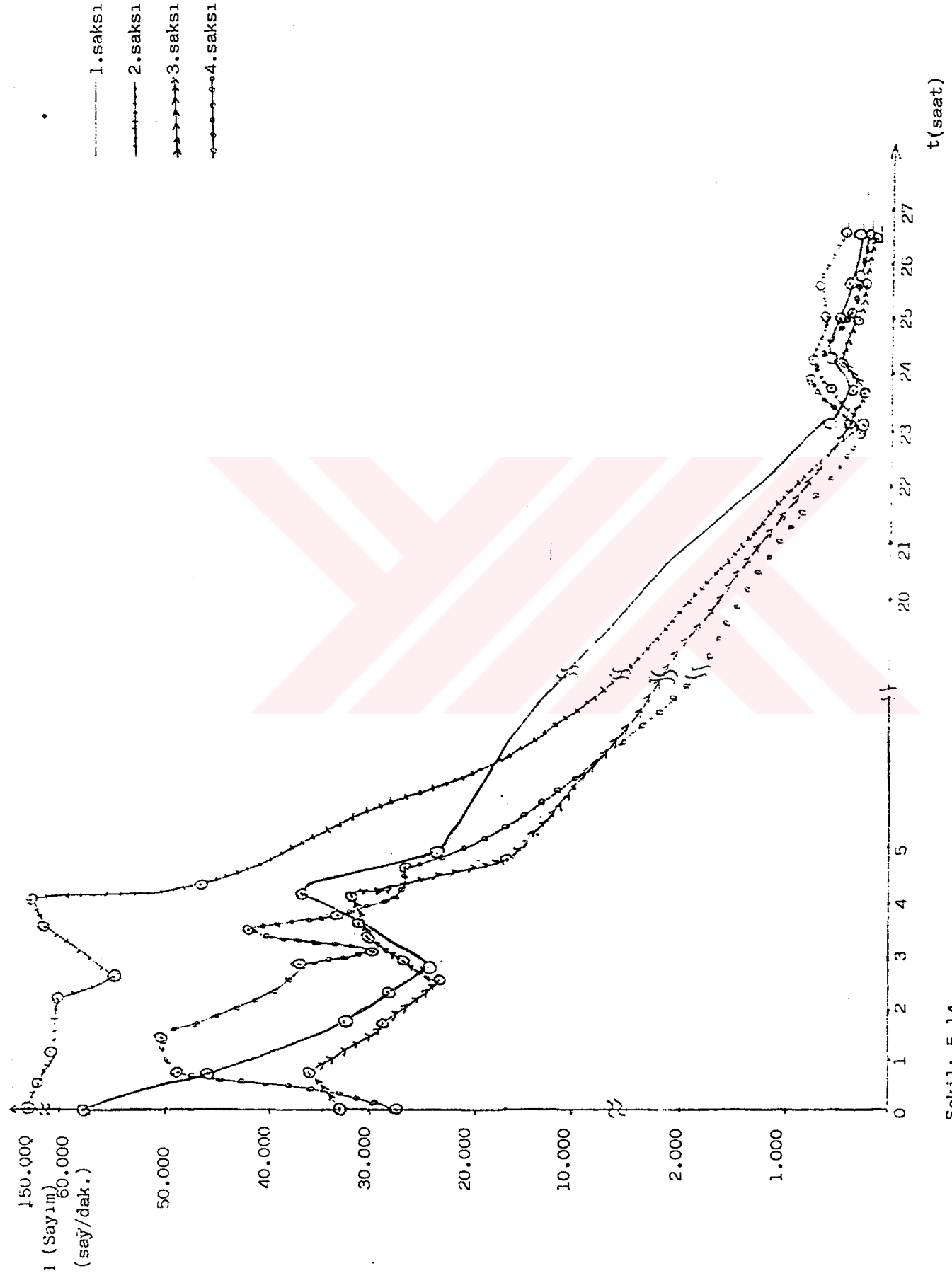
Aynı radyoizotopların verildiği saksılarda izlenen değişimler genellikle birbirlerine uyum göstermektedir. Bir başka deyişle, benzer şartlarda radyoaktif izleme tekniği uygulanan saksılarda aynı sayım sistemiyle alınan sonuçlar benzerdir.

Tüm besin elementleri için belirli zamanlarda bitkiden alınan sayımlarda pikler görülmektedir. Bu piklerin bitkinin topraktan besin aldığı dönemlere karşılık geldiği söylenebilir.

Piklerin periyodu incelendiğinde, periyotların tüm radyoizotoplar ve tüm saksılar için yaklaşık olarak aynı dönemlere karşı geldiği görülmüştür. Bu periyot yaklaşık olarak 24 saat olarak dikkat çekmektedir. Bir başka deyişle bitki günde bir kez topraktan önemli ölçüde besin elementlerini almaktadır. Ancak bu periyot kış ve bahar aylarındaki deneylerde gözlenmiştir. Yaz dönemine gelindiğinde periyodun "biraz" kısaldığı görülmüştür. Bu durumun transpirasyonun, dolayısıyla bitkinin su ihtiyacının artması nedeniyle ortaya çıktığı düşünülmektedir.

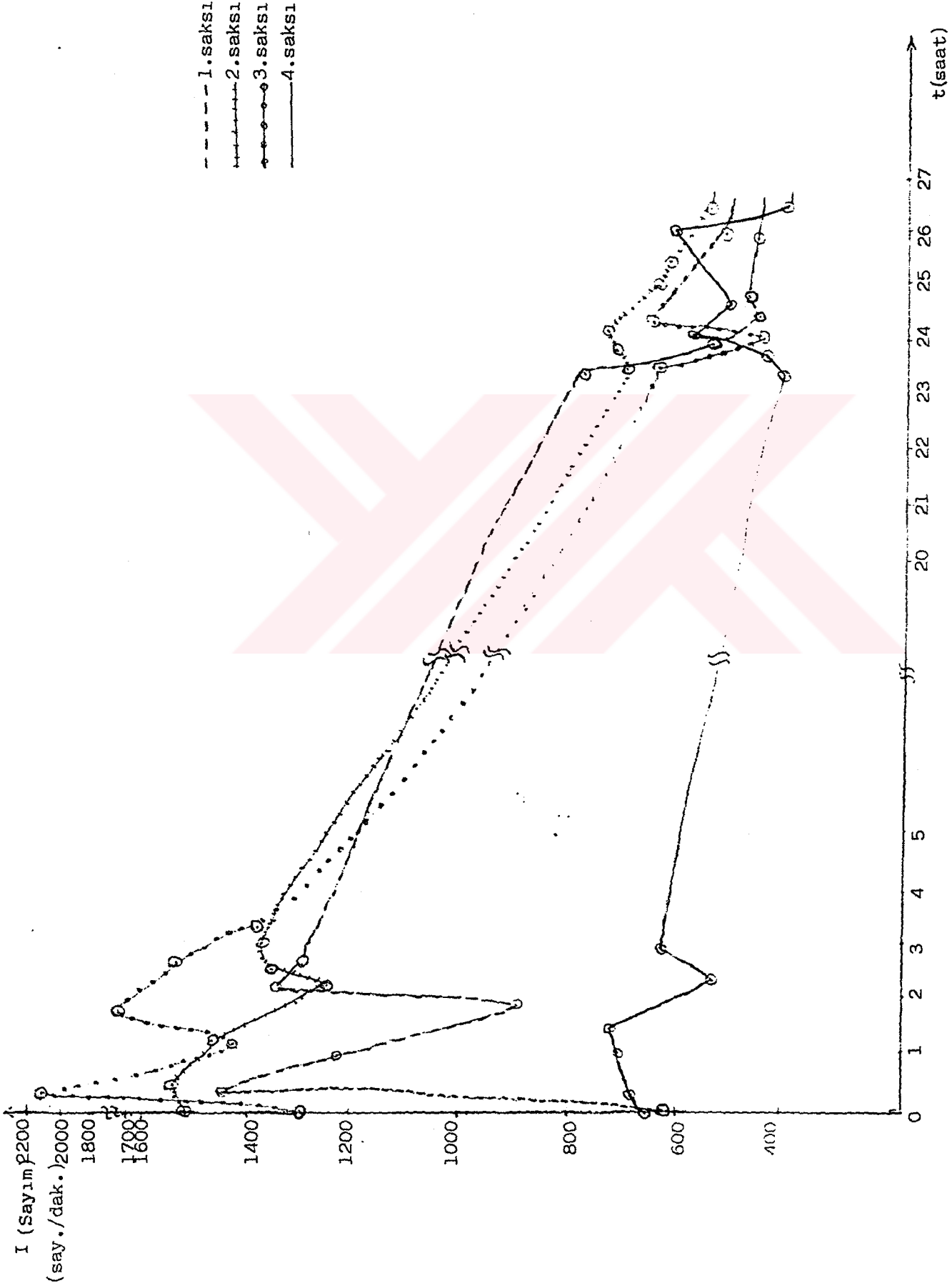


Şekil: 5.13 Mo-99'un radyoaktif izleyici Olarak Kullanıldığı saksılara İlişkin Grafik.

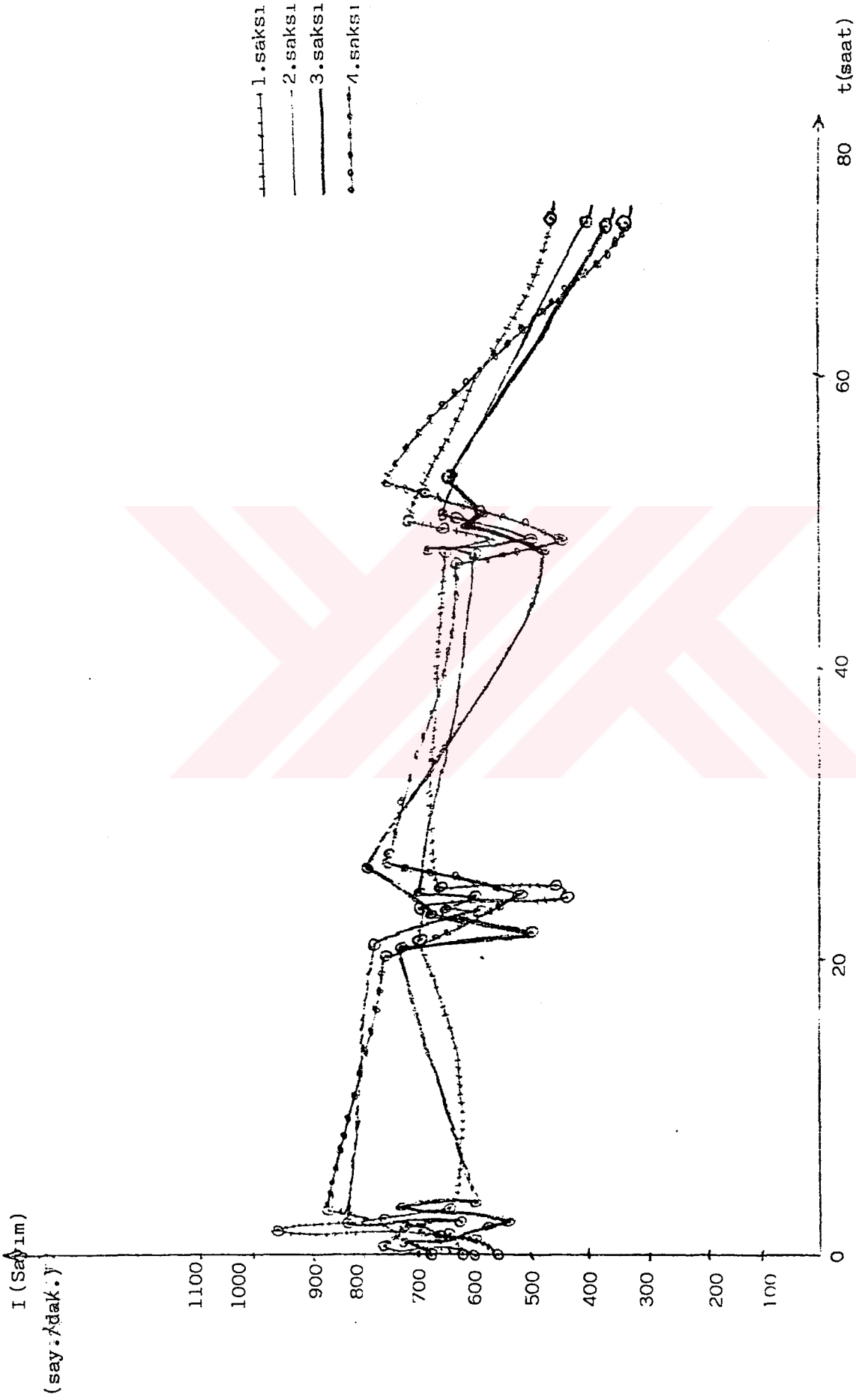


Şekil: 5.14

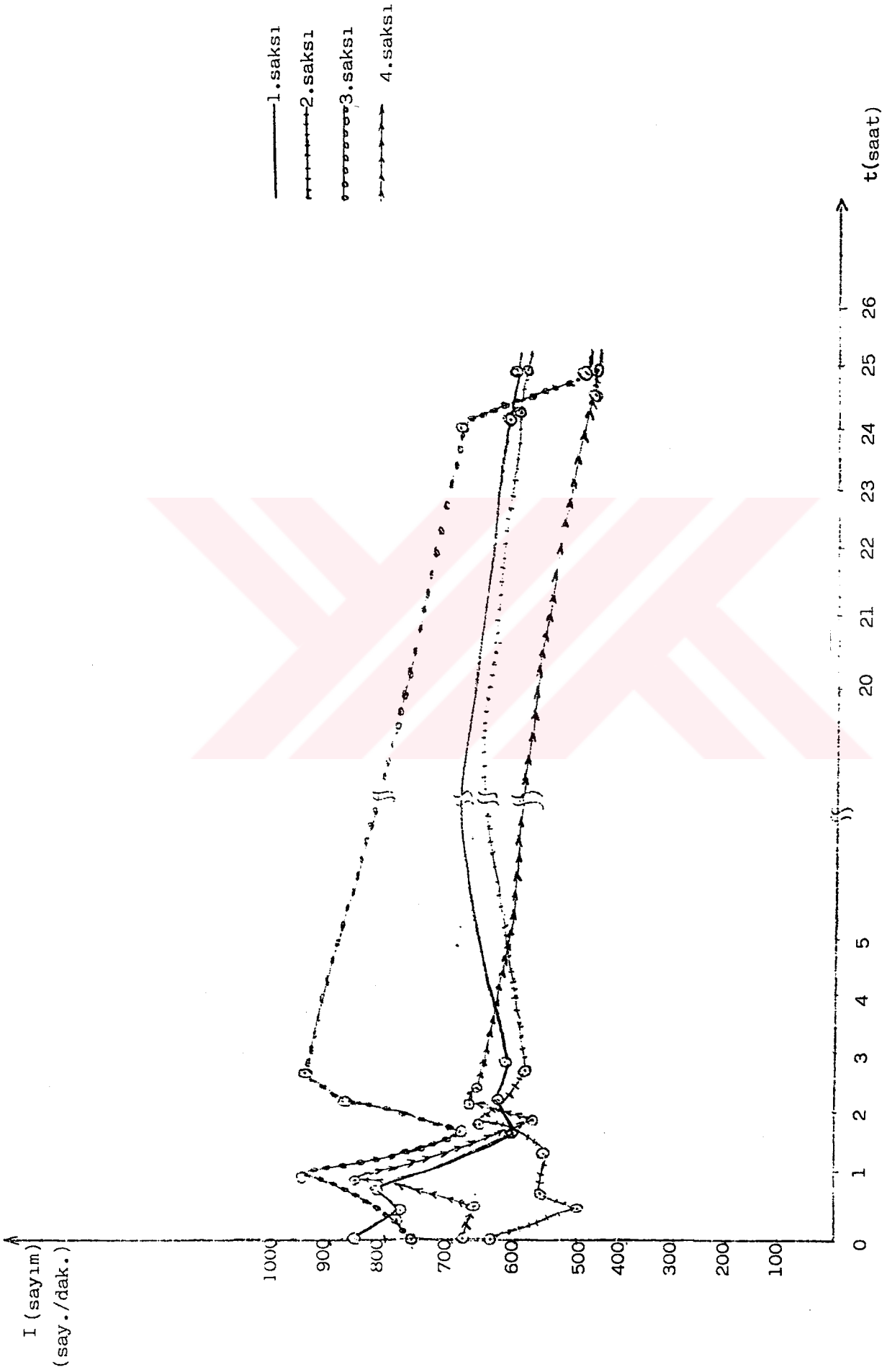
Mn-56 Radyoaktif İzleyici Olarak Kullanıldığı Saksılara İlişkin Grafik.



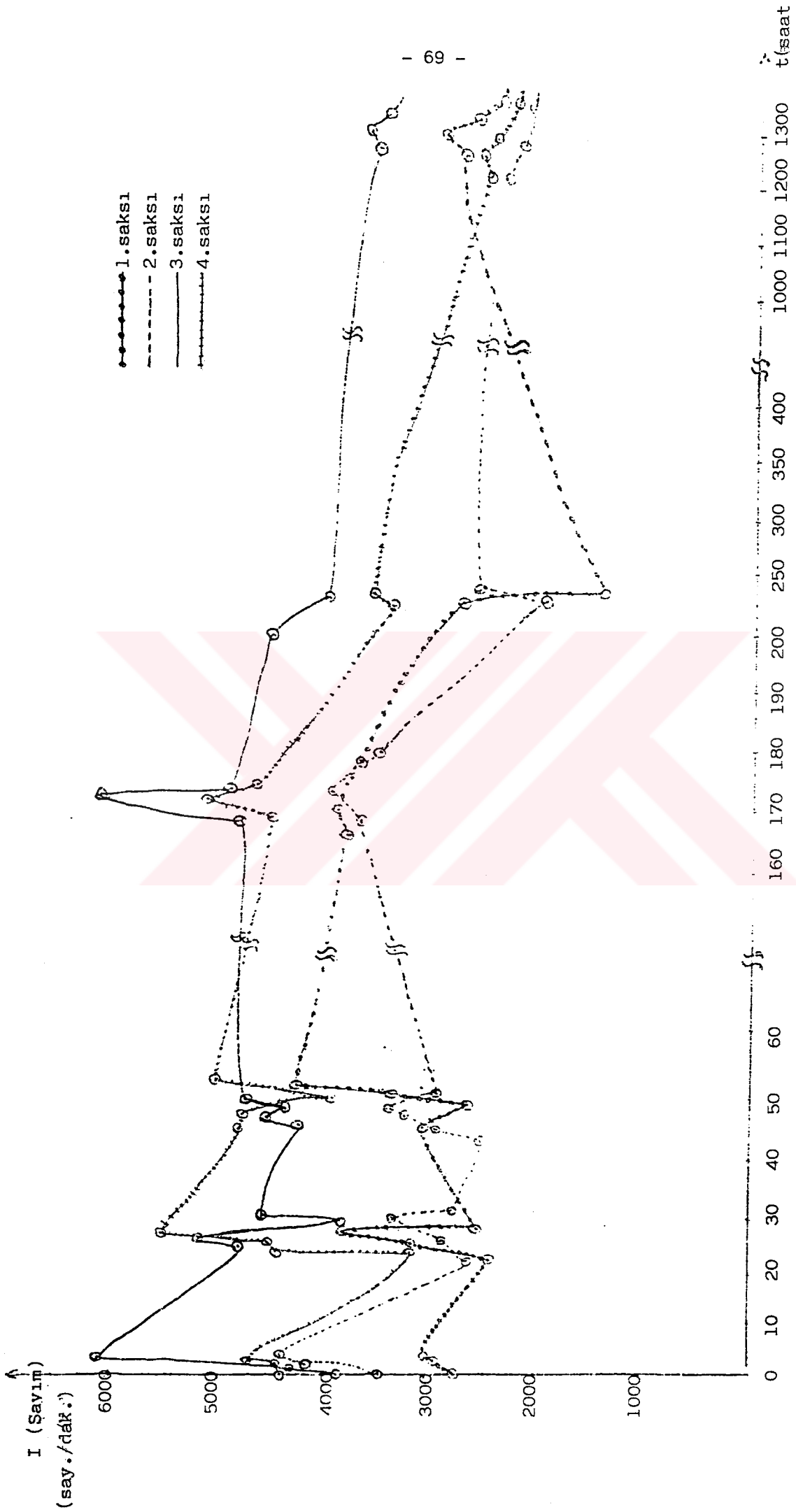
Şekil: 5.15 Fe-59'un Radyoaktif İzleyici olarak Kullanıldığı Saksılara İlişkin Grafik.



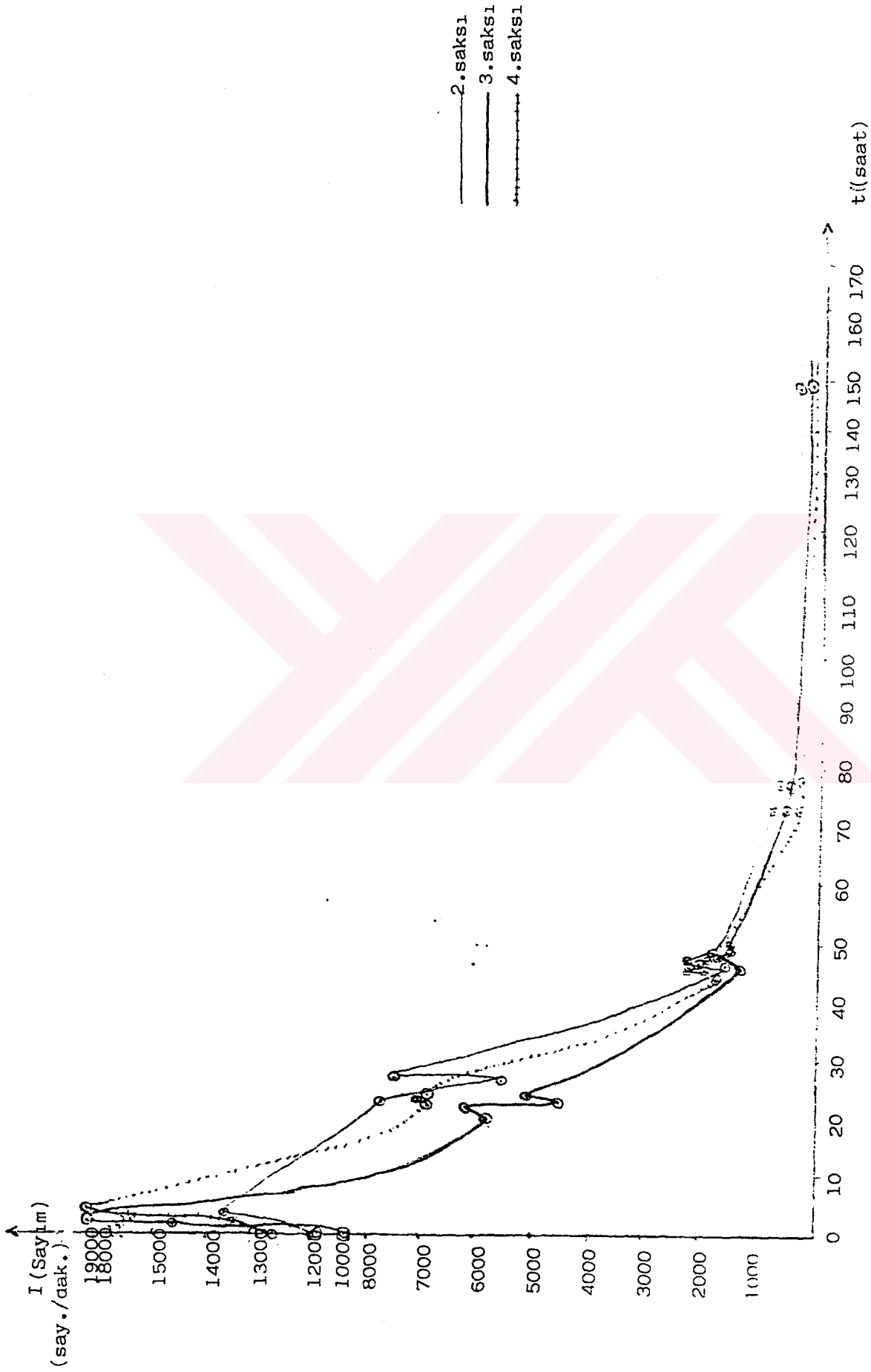
Şekil: 5.16 Zn-65'in Radyoaktif İzleyici Olarak Kullanıldığı Saksılara İlişkin Grafik.



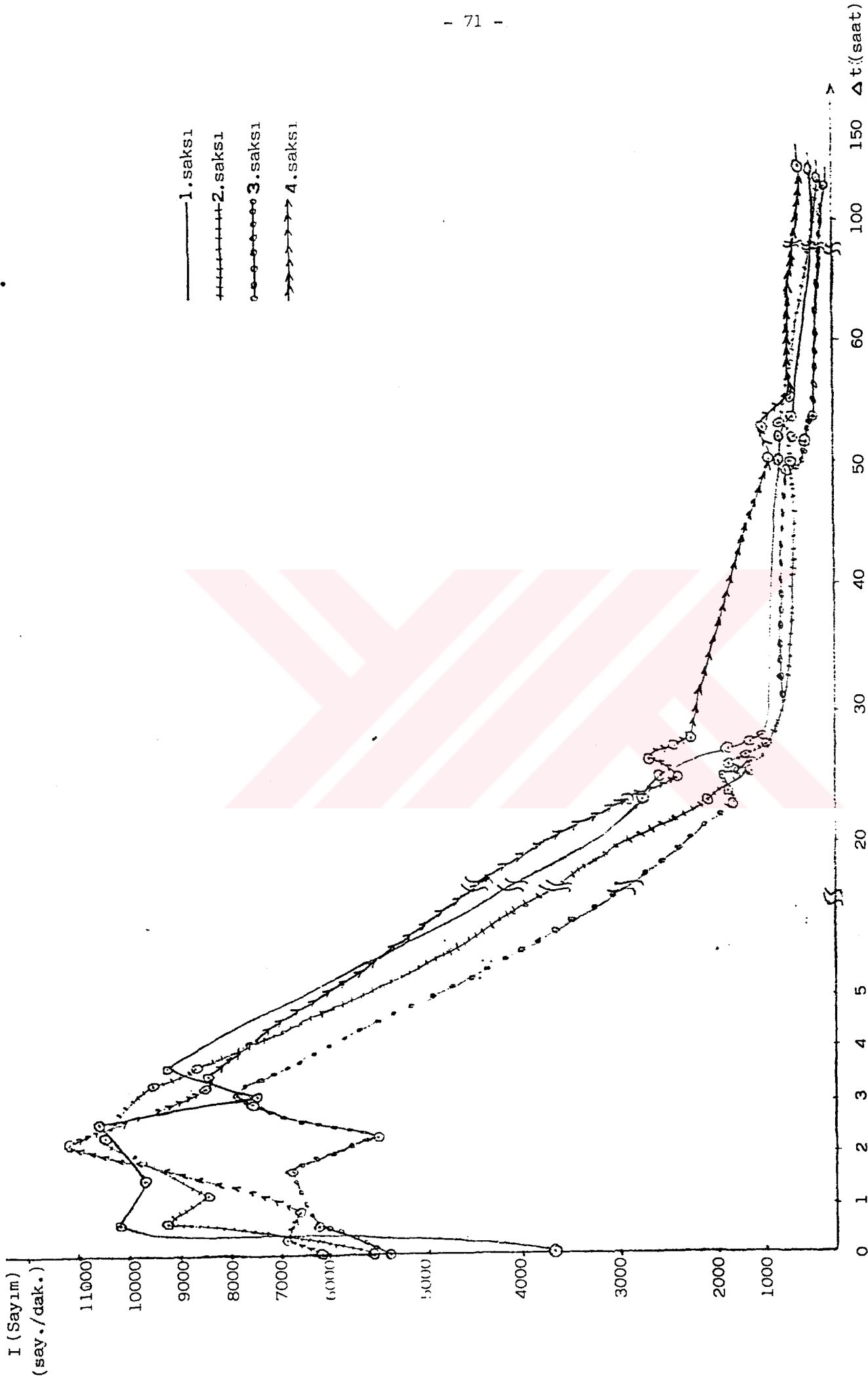
Şekil: 5.17 Mg-27'in Radyoaktif İzleyici Olarak Kullanıldığı Saksılara İlişkin Grafik.



Sekil: 5.18 Co-60'ın Radyoaktif İzleyici Olarak Kullanıldığı Saksılara İlişkin Grafik



Şekil: 5.19 Cu-64'ün Radyoaktif İzleyici olarak Kullanıldığı Saksılara İlişkin Grafik.



Şekil: 5.20 K-42'in Radyoaktif İzleyici Olarak kullanıldığı Saksılara ilişkin Grafik.

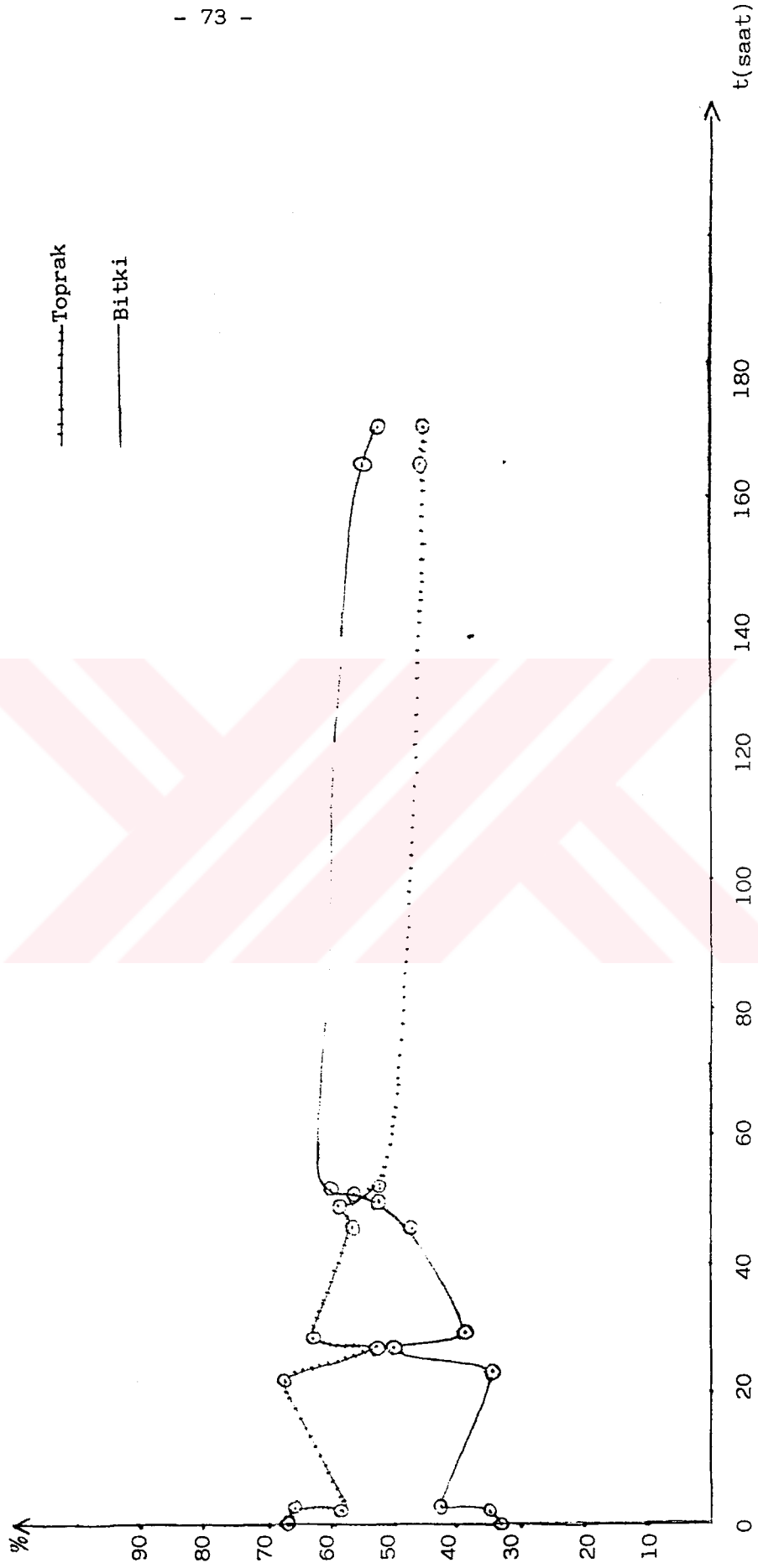
Dikkat çeken bir diğer husus, piklerden sonraki süreçte bitkideki radyoaktivite miktarının "hayli" düşmesidir. Sayım değerleri, radyoaktif izleyicinin toprağa verilmesinden sonra alınabilen ilk sayım değerlerinin ve dolayısı ile pik başlangıç değerleri mertebesine düşebilmektedir.

Bu durum, öncelikle, radyoaktif izleyicinin bozunumu nedeniyle ortaya çıkmış olabileceğini akla getirmiştir. Ancak, benzer durum her deney saksısı için oluşmuştur.

Ayrıca, Co-60 ile yapılan deneylerde de benzer durum gözlenmiştir. Bilindiği üzere, Co-60 'ın yarı-ömrü 5.27 yıl olup, deney süresi bu yarı-ömür yanında "hayli" kısadır. Bu durumda, bitkinin topraktan yeni bir besin alma süreci öncesinde kanallarını boşalttığı ve bu nedenle de bitki gövdesindeki sayımların düşmüş olabileceği izlenimi edinilmiştir.

Durumun toprak ve bitki için daha iyi takip edilmesi açısından toprak ve bitkideki radyoaktivite miktarının mukayeseli incelenmesi gerekliliği düşünülmüştür. Bu amaçla uzun yarı ömürlü radyoaktif izleyicimiz olan Co-60 ile yapılan deneyler, bu açıdan ele alınarak incelenmiştir.

Co-60 ile yapılan deneylere ilişkin olarak toprak ve bitki aktivite değerlerini % olarak gösteren bir örnek grafik, Şekil: 5.21'de görülmektedir. Hemen gözlemlendiği üzere, toprak ve bitki gövdesinden alınan sayımlar simetri göstermektedir.



Şekil: 5.21 Co-60 Deneyi ve İlişkin Toprak ve Bitki % aktivite Değişimi

Öte yandan, topraktan alınan sayımın, toprak ile birlikte bitki kökünü de içerdığı düşünülerek bir farklı deney daha yapılmıştır. Bu deney, radyoizotop verildikten ve yaklaşık bir gün sonra pikin görülmesini takiben gerçekleştirilmiştir. Bu durumdaki bitki sökülmüş ve kök ile bitki bölgesinden ayrı ayrı sayımlar alınmıştır. Ayrıca, toprağın da ayrı sayımı alınmıştır. Böylelikle, sayımın esas itibarıyla nerede fazla olduğunun tesbiti amaçlanmıştır.

Bu deney için, radyoaktif izleyici olarak K-42 seçilmiştir. Bu radyoizotopun seçilmesinin nedeni, potasyumun *dianthus caryophyllus* bitkisi için esas besin maddesi olmasıdır. Dolayısı ile esas besin maddesi olan bu elemente bitkinin daha çok ihtiyacı bulunmaktadır.

Öte yandan, bitkinin topraktan sökülmesiyle, bitki için ölüm süreci başlayacaktır. Bu durumda, gravitasyon etkisiyle, bitki gövdesi ile kök arasında radyoizotopun yer değiştirebileceği düşünülerek, bitki topraktan söküldükten sonra kök bölgesi ile gövde bölgesi kesilerek birbirinden ayrılmıştır. Böylelikle, bitkinin farklı bölgelerine ilişkin radyoaktivite sayımları ayrı ayrı alınabilmektedir.

Bitki sökülmeden önce ve bitki söküldükten sonra kesilerek ayrılan kök ve gövde bölgelerinden alınan sayımlar Tablo: 5.7'de verilmiştir.

Tablo: 5.7

Bitki sökülmeden ve Söküldükten Sonra Alınan Sayımlar

Sayım Yeri			Alınan Sayımlar (cpm)
Bitki Sökül- meden önce	K-42 verildikten		
	24 saat sonra	Toprak	27982 $\bar{+}$ 25
		Bitki	16574 $\bar{+}$ 48
	24 saat 15 dak sonra	Toprak	25707 $\bar{+}$ 167
		Bitki	18603 $\bar{+}$ 129
	24 saat 30 dak sonra	Toprak	25795 $\bar{+}$ 292
		Bitki	15807 $\bar{+}$ 106
Bitki Sökül- dükten sonra	Yaklaşık 25,5 saat sonra	Saksı (sadece toprak)	14641 $\bar{+}$ 5
		Bitki Gövdesi	651 $\bar{+}$ 3
		Bitki Kökü	577 $\bar{+}$ 3

Tablo: 5.7'deki değerler incelendiğinde görülmektedir ki; sökümden sonra bitki kökü ve bitki gövdesinden alınan sayımlar k     , buna kar  ın topraktaki değer b y    r. Bu durum, bitkinin topraktan yeni besin alma sürecinden önce kanallarını bo alttığı d    ncesini kuvvetlendirmektedir.

Literatürde transpirasyon olayının evaporasyondan, bitkinin olayı ayarlaması nedeniyle ayrıldığı ifade edilmektedir [20]. Burada da bitkinin yeni bir besin alma süreci öncesinde, besin alma kanallarını açarak, kapıllarite etkisini azaltıp, gravitasyonun etkisiyle suyun ve dolayısıyla suda c z nm    elemanların toprağa geri dönmesini sağladığı d    n lebilir.

Öte yandan, radyoizotopların hangilerinin ne miktarda alınmakta olduğuna ilişkin inceleme yapmak üzere, Tablo: 5.8 düzenlenmiştir. Burada, her saksıya ilişkin olarak ilk pik değerinde radyoizotopun % olarak ne kadarının alındığı hesaplanarak, biraraya toplanmıştır.

Tablo: 5.8 incelendiğinde, radyoizotopun, ilk pik değerinde ortalama olarak çoğunlukla % 6 - 14 arasında alındığı gözlemlenmektedir. Aynı radyoizotopun farklı saksılara uygulanmasında, saksılar arasındaki kimi farklılıklar, o saksıdaki bitkinin ve toprağının su ihtiya ı farklılığından kaynaklanıyor olabilir. Radyoizotoplar arasındaki alını  farklılığı incelendiğinde ise, Tablo: 5.2'de verilen bileşiklerin suda c z n rl  k özellikleri ile yakından ilgili olduğu kanaatine varılmıştır.

Tablo: 5.8

İlk Pikde Alınan Radyoizotop Miktarları

Saksı No	Alınan Radyoizotop Miktarı (%)	Ortalama (%)
Mo-1	7	6
Mo-2	9	
Mo-3	3	
Mo-4	5	
Mn-1	17	18,5
Mn-2	41	
Mn-3	10	
Mn-4	6	
Fe-1	9	14
Fe-2	23	
Fe-3	14	
Fe-4	10	
Zn-1	12	10
Zn-2	9	
Zn-3	11	
Zn-4	9	
Mg-1	7	7
Mg-2	6	
Mg-3	8	
Mg-4	8	
Co-1	30	41
Co-2	46	
Co-3	46	
Co-4	42	
Cu-2	9	8
Cu-3	7	
Cu-4	8	
K-1	5	7
K-2	8	
K-3	9	
K-4	6	

BÖLÜM 6

SONUÇ

Radyoaktif İzleme Tekniğı uygulanarak *Dianthus Caryophyllus* bitkisinde, biri esas besin elementi, yedisi iz besin elementi olmak üzere, toplam sekiz elementin bitki tarafından alınışı incelenmiştir. Radyoizotopun bitkiye verilmesini takiben, oluşturulan çift kurşun hücreli ölçüm sistemi ile deneysel çalışmalar gerçekleştirilmiş ve sayımlar toprak ve bitki için alınmıştır.

Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda, besin elementlerinin hepsinin birbirine benzer olarak nitelenebilecek sayım spektrumları gösterdiği gözlenmiştir. Burada, *Dianthus Caryophyllus* bitkisinin, esas itibariyle yaklaşık bir günlük periyotlarla toptaktan besin aldığı tesbit edilmiştir.

Deneylerimizden hareketle, bitkinin besin alma işlemi sırasında ve öncesinde bitkinin kanallarını ayarlayabildiğı kanaatine varılmıştır. Bir başka deyişle, bitkinin besin alma işlemine yön verebildiğini düşündüren deneysel bilgiler edinilmiştir.

Besin elementlerinin bitki tarafından alınışında, elementin toprakda bulunan bileşiğinin suda çözünabilirlik özelliğinin önemli rol oynadığı görülmüştür. Bir başka deyişle, elementin içinde yer aldığı bileşiği suda çözünürlük mertebesi, bitkinin besin elementini alabilmesinde başlıca etken olan parametrelerden biri olmaktadır.

Deneylerimiz için dikilen 50 *Dianthus caryophyllus* fidesinde, fire "düşük" olmuştur. Kasım 1992'de dikilen fidelerden Haziran 1993 ortalarına kadar sadece 4 tanesi kurumuştur. Bu sayı *Dianthus caryophyllus* yetiştiriciliği için düşünülen (% 10) firenden azdır.

Kuruyan *Dianthus caryophyllus*'lardan biri bakır radoizotopu verilen gruptan, biri kobalt grubundan diğer ikisi ise molibden grubundandır. Kobalt grubundan olan ile Molibden grubundan olanlardan biri ısınlanmamış bileşiklerin verildiği bitkilerdir.

Bu durum, verilen firenin radyoaktivite uygulamasından değil, fide hastalığından olduğunu düşündürmektedir. Nitekim, kuruyan çiçeklerden ikisi hiç radyoaktif eleman verilmeyen bitkilerdendir.

Firemizin beklenenden az olmasının nedeni olarak, çiçeklerin ayrı ayrı saksılarda yetiştirilmiş olduğu belirtilebilir. Böylelikle, bir çiçekteki hastalık diğerine bulaşmamıştır.

Deneylerimizdeki tüm *Dianthus caryophyllus*'ların büyüme ve gelişimlerinin, yetiştiricilik açısından beklenen mertebelerde olduğu söylenebilir. Çiçeklerin Haziran 1993'deki son durumları Şekil: 6.1 - Şekil: 6.5'de görülmektedir.



Şekil: 6.1 Mo ve Zn
Verilen Çiçeklerin Son Hali



Şekil: 6.2 Mg ve K
Verilen Çiçeklerin Son Hali



Şekil: 6.3 Cu ve Mn Verilen Çiçeklerin Son Hali



Şekil: 6.4 Co ve Fe
Verilen Çiçeklerin Son Hali



Şekil: 6.5 Kontrol Grubu
Çiçeklerin Son Hali



Şekil: 6.6 Tomurcuk Veren Çiçekler (Kontrol-Cu-Fe Grubundan)

Gözlendiği üzere, radyoizotop verilen bitkilerin, kontrol grubundan önemli bir farklılıkları bulunmamaktadır. Bu durum, bitkilere verilecek aktivite miktarı için yapılan hesaplamanın "uygun" olduğunu göstermektedir. Bir başka deyişle, radyoaktif izleme tekniğinin canlılara uygulanmasında dikkat edilecek hususların gözönüne alınmış olduğunun göstergesidir.

Radyoaktif Kobalt verilen bitkilerde fire olmamasına karşın özellikle bahar döneminden önceki gelişimlerinin, diğerlerine göre biraz daha yavaş olduğu görülmüştür. Bu durumun Kobalt-60'ın yarı-ömrünün uzun olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Bununla beraber, bu bitkilerin gelişimi diğerlerinin gelişimini hemen hemen yakalamış bulunmaktadır. Bu da, verilecek aktivite hesaplarının uzun yarı-ömrürlü radyoizotoplar için bile uygun olduğunu göstermektedir.

Öte yandan, Haziran 1993'de üç çiçekde tomurcuklanma görülmüştür. Şekil: 6.6'da tomurcuklanma görülen çiçekler birarada görülmektedir. Tomurcuklanma görülen çiçekler ayrı gruplara mensuptur. Biri bakır radyoizotopu verilen gruptan, biri demir radyoizotopu verilen gruptan ve diğeri de kontrol grubundandır.

Fire verilen gruplardan biri bakır radyoizotopu verilen grup idi. İlginçtir ki; ilk tomurcuk veren bitkilerden biri de yine bakır radyoizotopu verilen gruba mensuptur. Bu durum da, firenin radyoaktiviteye bağlanamayacağının bir kanıtıdır.

Böylelikle, *Dianthus caryophyllus* stüs bitkisiyle yapılan radyoaktif izleme tekniği uygulaması, farklı değerlendirmelere imkan vermiş bulunmaktadır. Bir başka deyişle, *Dianthus caryophyllus* bitkisinin besin elementlerinden sekizi için radyoaktif izleme tekniği uygulanmış ve ileri bilgiler edinilebilmiştir.

EK: J

Tablo I.1

Mo 1. Saksı

ışınlama tarihi: 15.02.93; 11.53

vermeden önce: 16848

veriliş: 16.02.93; 11.00

Bitki Hücresi Ort. BG: 580 $\pm$ 25

Saksı Hücresi Ort. BG: 450 $\pm$ 14

Sayım Tarihi	Geçen Süre (saat)	Saksı (say./dak.) Bölgesi Ortalama Net Sayımı	Bitki (say./dak.) Ortalama Net Sayımı
16.02.93	0.0	2825 $\pm$ 47	1161 $\pm$ 89
	0.33	2477 $\pm$ 25	1677 $\pm$ 32
	0.66	2746 $\pm$ 43	2302 $\pm$ 105
	1.00	2101 $\pm$ 14	1980 $\pm$ 53
	2.83	2463 $\pm$ 8	1534 $\pm$ 12
	3.33	2294 $\pm$ 91	993 $\pm$ 8
	4.33	2193 $\pm$ 8	899 $\pm$ 14
17.02.93	23.66	1809 $\pm$ 8	1768 $\pm$ 3
	24.66	1812 $\pm$ 13	2301 $\pm$ 10
	25.16	1898 $\pm$ 17	3450 $\pm$ 150
19.02.93	71.25	1364 $\pm$ 5	1471 $\pm$ 5
	72.25	1156 $\pm$ 5	1941 $\pm$ 10
	74.00	1331 $\pm$ 10	1387 $\pm$ 17
	76.58	1419 $\pm$ 3	2118 $\pm$ 7
23.02.93	168.5	664 $\pm$ 7	785 $\pm$ 6
24.02.93	191.66	670 $\pm$ 62	553 $\pm$ 32
25.02.93	216.	448 $\pm$ 11	566 $\pm$ 12

Tablo 1.2

Mo 2. Saksı

ışınlama tarihi: 15.02.93; 11.53

vermeden önce: 15882

veriliş: 16.02.93; 11.05

Bitki Hücresi Ort. BG: 580 $\pm$ 25

Saksı Hücresi Ort. BG: 450 $\pm$ 14

Sayım Tarihi	Geçen Süre (saat)	Saksı (say./dak.) Bölgesi Ortalama Net Sayımı	Bitki (say./dak.) Ortalama Net Sayımı
16.02.93	0.0	3717 $\pm$ 33	1392 $\pm$ 13
	0.33	3175 $\pm$ 28	1922 $\pm$ 11
	0.66	2945 $\pm$ 6	1830 $\pm$ 27
	1.00	2856 $\pm$ 24	1600 $\pm$ 10
	2.83	3419 $\pm$ 4	530 $\pm$ 3
	3.33	2630 $\pm$ 2	969 $\pm$ 6
	4.33	3426 $\pm$ 4	1292 $\pm$ 7
17.02.93	23.66	2331 $\pm$ 23	1350 $\pm$ 26
	24.66	2497 $\pm$ 43	2173 $\pm$ 15
	25.16	2081 $\pm$ 12	2959 $\pm$ 32
19.02.93	71.33	2020 $\pm$ 26	1351 $\pm$ 6
	72.33	1590 $\pm$ 10	1135 $\pm$ 5
	74.25	1547 $\pm$ 14	1059 $\pm$ 9
	76.75	1455 $\pm$ 22	1123 $\pm$ 10
23.02.93	168.5	1142 $\pm$ 9	725 $\pm$ 6
24.02.93	191.75	667 $\pm$ 3	528 $\pm$ 8
25.02.93	216.	450 $\pm$ 6	457 $\pm$ 7

Tablo 1.3

Mo 3. Saksı

ışınlama tarihi: 15.02.93; 11.53

vermeden önce: 15480

veriliş: 16.02.93; 13.00

Bitki Hücresi Ort. BG: 580 $\pm$ 25

Saksı Hücresi Ort. BG: 450 $\pm$ 14

Sayım Tarihi	Geçen Süre (saat)	Saksı (say./dak.) Bölgesi Ortalama Net Sayımı	Bitki(say./dak.) Ortalama Net Sayımı
16.02.93	0.0	5417 $\pm$ 21	471 $\pm$ 3
	0.25	4819 $\pm$ 10	563 $\pm$ 5
	0.42	4650 $\pm$ 10	668 $\pm$ 2
	0.58	4781 $\pm$ 13	665 $\pm$ 6
	1.00	3740 $\pm$ 19	710 $\pm$ 4
	1.50	3787 $\pm$ 7	963 $\pm$ 3
	2.50	4419 $\pm$ 35	1516 $\pm$ 9
17.02.93	21.83	3710 $\pm$ 21	1523 $\pm$ 9
	22.83	3073 $\pm$ 15	1997 $\pm$ 17
	23.33	3115 $\pm$ 61	2290 $\pm$ 21
19.02.93	69.50	3193 $\pm$ 7	1539 $\pm$ 8
	70.58	3625 $\pm$ 15	1125 $\pm$ 8
	72.33	3555 $\pm$ 8	1193 $\pm$ 7
	74.83	2435 $\pm$ 60	1325 $\pm$ 6
23.02.93	166.66	1146 $\pm$ 6	628 $\pm$ 11
24.02.93	189.92	1142 $\pm$ 6	541 $\pm$ 6
25.02.93	216.	455 $\pm$ 5	541 $\pm$ 10

Tablo 1.4

Mo 4. Saksı

ışınlama tarihi: 15.02.93; 11.53

vermeden önce: 15678

veriliş: 16.02.93; 13.05

Bitki Hücresi Ort. BG: 580 $\pm$ 25

Saksı Hücresi Ort. BG: 450 $\pm$ 14

Sayım Tarihi	Geçen Süre (saat)	Saksı (say./dak.) Bölgesi Ortalama Net Sayımı	Bitki (say./dak.) Ortalama Net Sayımı
16.02.93	0.0	3192 $\pm$ 11	710 $\pm$ 12
	0.25	3207 $\pm$ 16	1130 $\pm$ 8
	0.42	2969 $\pm$ 25	2173 $\pm$ 28
	0.58	3200 $\pm$ 10	1340 $\pm$ 22
	1.00	2825 $\pm$ 6	1229 $\pm$ 4
	1.50	3290 $\pm$ 10	2198 $\pm$ 17
	2.50	2785 $\pm$ 17	2210 $\pm$ 10
17.02.93	22.00	2306 $\pm$ 3	2770 $\pm$ 9
	23.00	2321 $\pm$ 34	2677 $\pm$ 14
	23.50	2474 $\pm$ 66	2494 $\pm$ 13
19.02.93	69.50	1663 $\pm$ 7	1928 $\pm$ 2
	70.50	1348 $\pm$ 11	1131 $\pm$ 10
	72.25	1341 $\pm$ 17	1047 $\pm$ 16
	74.83	1678 $\pm$ 11	1098 $\pm$ 13
23.02.93	166.66	951 $\pm$ 8	662 $\pm$ 9
24.02.93	189.92	665 $\pm$ 5	518 $\pm$ 7
25.02.93	216.	407 $\pm$ 9	430 $\pm$ 10

Tablo I.5

Mn 1. Saksı

ısınlama tarihi: 29.03.93; 15.16

vermeden önce: 335856

veriliş: 30.03.93; 11.20

Bitki Hücresi Ort. BG: 550 $\pm$ 50

Saksı Hücresi Ort. BG: 450 $\pm$ 30

Sayım Tarihi	Geçen Süre (saat)	Saksı (say./dak.) Bölgesi Ortalama Net Sayımı	Bitki (Say./dak.) Ortalama Net Sayımı
30.03.93	0.0	141124 $\pm$ 456	57706 $\pm$ 1973
	0.66	121681 $\pm$ 157	46722 $\pm$ 594
	1.50	96729 $\pm$ 85	32067 $\pm$ 31
	2.66	76573 $\pm$ 472	27631 $\pm$ 1027
	2.83	72073 $\pm$ 24	23084 $\pm$ 18
	3.50	60964 $\pm$ 49	30928 $\pm$ 122
	4.00	52250 $\pm$ 95	35071 $\pm$ 34
	4.66	49347 $\pm$ 57	22162 $\pm$ 145
31.03.93	23.00	711 $\pm$ 9	681 $\pm$ 10
	23.66	810 $\pm$ 19	459 $\pm$ 9
	24.33	639 $\pm$ 8	815 $\pm$ 5
	25.00	606 $\pm$ 9	663 $\pm$ 11
	25.66	547 $\pm$ 16	609 $\pm$ 12
	26.66	477 $\pm$ 32	505 $\pm$ 14

Tablo I.6

Mr 2. Saksı

ısınlama tarihi: 29.03.93; 15.16

vermeden önce: 322308

veriliş: 30.03.93; 11.30

Bitki Hücresi Ort. BG: 550 $\pm$ 50

Saksı Hücresi Ort. BG: 450 $\pm$ 30

Sayım Tarihi	Geçen Süre (saat)	Saksı (say./dak.) Bölgesi Ortalama Net Sayımı	Bitki (say./dak.) Ortalama Net Sayımı
30.03.93	0.0	81556 $\pm$ 332	132834 $\pm$ 683
	0.66	68055 $\pm$ 38	113602 $\pm$ 294
	1.50	55319 $\pm$ 76	81747 $\pm$ 51
	2.58	44800 $\pm$ 360	63869 $\pm$ 27
	2.75	43819 $\pm$ 114	56571 $\pm$ 30
	3.50	35679 $\pm$ 106	63537 $\pm$ 326
	4.00	31370 $\pm$ 239	64601 $\pm$ 131
	4.58	25261 $\pm$ 114	46261 $\pm$ 45
31.03.93	23.00	507 $\pm$ 3	493 $\pm$ 7
	23.66	368 $\pm$ 2	709 $\pm$ 10
	24.33	362 $\pm$ 7	834 $\pm$ 11
	25.00	532 $\pm$ 19	659 $\pm$ 17
	25.66	598 $\pm$ 7	684 $\pm$ 5
	26.66	465 $\pm$ 22	575 $\pm$ 3

Tablo 1.7

Mn 3. Saksı

ışınlama tarihi: 29.03.93; 15.16

vermeden önce: 330810

veriliş: 30.03.93; 11.40

Bitki Hücresi Ort. BG: 550 $\pm$ 50

Saksı Hücresi Ort. BG: 450 $\pm$ 30

Sayım Tarihi	Geçen Süre (saat)	Saksı (say./dak.) Bölgesi Ortalama Net Sayımı	Bitki (say./dak.) Ortalama Net Sayımı
30.03.93	0.0	78378 $\pm$ 222	33963 $\pm$ 60
	0.66	58549 $\pm$ 134	35039 $\pm$ 59
	1.50	47709 $\pm$ 254	29848 $\pm$ 479
	2.66	21300 $\pm$ 114	22569 $\pm$ 113
	2.83	21966 $\pm$ 40	24023 $\pm$ 140
	3.50	18966 $\pm$ 6	28146 $\pm$ 74
	4.00	18725 $\pm$ 251	29649 $\pm$ 71
	4.50	15573 $\pm$ 33	15781 $\pm$ 20
31.03.93	23.00	834 $\pm$ 12	519 $\pm$ 3
	23.66	552 $\pm$ 16	462 $\pm$ 9
	24.33	441 $\pm$ 10	709 $\pm$ 11
	25.00	519 $\pm$ 9	649 $\pm$ 4
	25.66	571 $\pm$ 6	553 $\pm$ 10
	26.66	460 $\pm$ 26	450 $\pm$ 10

Tablo 1.8

Mn 4. Saksı

ışınılama tarihi: 29.03.93; 15.16

vermeden önce: 433914

veriliş: 30.03.93; 11.50

Bitki Hücresi Ort. BG: 550 $\pm$ 50

Saksı Hücresi Ort. BG: 450 $\pm$ 30

Sayım Tarihi	Geçen Süre (saat)	Saksı (say./dak.) Bölgesi Ortalama Net Sayımı	Bitki (say./dak.) Ortalama Net Sayımı
30.03.93	0.0	87639 $\pm$ 226	27560 $\pm$ 427
	0.66	87849 $\pm$ 52	49487 $\pm$ 277
	1.50	84265 $\pm$ 30	50429 $\pm$ 158
	2.58	42961 $\pm$ 44	36599 $\pm$ 15
	2.75	48969 $\pm$ 46	29358 $\pm$ 147
	3.42	39537 $\pm$ 40	40749 $\pm$ 642
	3.92	39158 $\pm$ 40	31458 $\pm$ 57
	4.50	36484 $\pm$ 14	26017 $\pm$ 34
31.03.93	23.00	753 $\pm$ 5	556 $\pm$ 5
	23.66	722 $\pm$ 9	630 $\pm$ 11
	24.33	611 $\pm$ 6	735 $\pm$ 8
	25.00	443 $\pm$ 5	673 $\pm$ 10
	25.66	594 $\pm$ 11	577 $\pm$ 10
	26.66	469 $\pm$ 20	471 $\pm$ 24

Tablo I.9

Fe 1. Saksı

ışınılama tarihi: 17.03.93; 11.58

vermeden önce: 6852

veriliş: 18.03.93; 11.35

Bitki Hücresi Ort. BG: 550 $\pm$ 20

Saksı Hücresi Ort. BG: 400 $\pm$ 15

Sayım Tarihi	Geçen Süre (saat)	Saksı (say./dak.) Bölgesi Ortalama Net Sayımı	Bitki (say./dak.) Ortalama Net Sayımı
18.03.93	0.0	819 $\pm$ 19	637 $\pm$ 43
	0.50	805 $\pm$ 5	1440 $\pm$ 17
	1.50	828 $\pm$ 6	1231 $\pm$ 12
	2.00	713 $\pm$ 6	979 $\pm$ 3
	2.50	716 $\pm$ 4	1383 $\pm$ 11
	3.00	921 $\pm$ 26	1341 $\pm$ 10
19.03.93	23.00	621 $\pm$ 9	813 $\pm$ 7
	23.50	459 $\pm$ 10	491 $\pm$ 14
	24.00	473 $\pm$ 10	517 $\pm$ 3
	24.50	488 $\pm$ 2	526 $\pm$ 6
	25.50	348 $\pm$ 4	506 $\pm$ 5

Tablo 1.10

Fe 2. Saksı

ışınlama tarihi: 17.03.93; 11.58

vermeden önce: 6426

veriliş: 18.03.93; 11.40

Bitki Hücresi Ort. BG: 550 $\pm$ 20

Saksı Hücresi Ort. BG: 400 $\pm$ 15

Sayım Tarihi	Geçen Süre (saat)	Saksı (say./dak.) Bölgesi Ortalama Net Sayımı	Bitki (say./dak.) Ortalama Net Sayımı
18.03.93	0.0	1587 $\pm$ 12	1503 $\pm$ 16
	0.50	1602 $\pm$ 14	1567 $\pm$ 17
	1.50	1249 $\pm$ 9	1447 $\pm$ 12
	2.00	1409 $\pm$ 40	1247 $\pm$ 11
	2.50	1362 $\pm$ 37	1301 $\pm$ 8
	3.00	1244 $\pm$ 9	1332 $\pm$ 19
19.03.93	23.00	875 $\pm$ 5	702 $\pm$ 12
	23.50	509 $\pm$ 10	733 $\pm$ 38
	24.00	564 $\pm$ 6	752 $\pm$ 25
	24.50	637 $\pm$ 4	668 $\pm$ 9
	25.50	586 $\pm$ 15	637 $\pm$ 6
	25.75	421 $\pm$ 10	576 $\pm$ 9

Tablo 1.11

Fe 3. Saksı

ışınılama tarihi: 17.03.93; 11.58

vermeden önce: 9564

veriliş: 18.03.93; 11.45

Bitki Hücresi Ort. BG: 550 $\pm$ 20

Saksı Hücresi Ort. BG: 400 $\pm$ 15

Sayım Tarihi	Geçen Süre (saat)	Saksı (say./dak.) Bölgesi Ortalama Net Sayımı	Bitki (say./dak.) Ortalama Net Sayımı
18.03.93	0.0	1483 $\pm$ 16	1323 $\pm$ 20
	0.50	1360 $\pm$ 11	2141 $\pm$ 42
	1.50	1565 $\pm$ 15	1412 $\pm$ 6
	2.00	1311 $\pm$ 2	1710 $\pm$ 20
	2.50	1186 $\pm$ 14	1517 $\pm$ 6
	3.00	1275 $\pm$ 10	1382 $\pm$ 6
19.03.93	23.00	533 $\pm$ 8	637 $\pm$ 12
	23.50	461 $\pm$ 20	462 $\pm$ 12
	24.00	306 $\pm$ 14	707 $\pm$ 7
	25.50	322 $\pm$ 38	510 $\pm$ 10

Tablo 1.12

Fe 4. Saksı

ısınlama tarihi: 17.03.93; 11.58

vermeden önce: 6512

veriliş: 18.03.93; 11.50

Bitki Hücresi Ort. BG: 550 $\pm$ 20

Saksı Hücresi Ort. BG: 400 $\pm$ 15

Sayım Tarihi	Geçen Süre (saat)	Saksı (say./dak.) Bölgesi Ortalama Net Sayımı	Bitki (say./dak.) Ortalama Net Sayımı
18.03.93	0.0	874 $\pm$ 47	645 $\pm$ 8
	0.50	608 $\pm$ 5	652 $\pm$ 6
	1.50	580 $\pm$ 43	692 $\pm$ 8
	2.00	587 $\pm$ 48	715 $\pm$ 5
	2.50	623 $\pm$ 15	545 $\pm$ 10
	3.00	600 $\pm$ 6	621 $\pm$ 8
19.03.93	23.00	631 $\pm$ 11	441 $\pm$ 12
	23.50	536 $\pm$ 41	523 $\pm$ 8
	24.00	455 $\pm$ 8	789 $\pm$ 6
	24.50	474 $\pm$ 21	559 $\pm$ 4
	25.50	350 $\pm$ 36	746 $\pm$ 5
	25.66	393 $\pm$ 10	440 $\pm$ 20

Tablo I.13

Zn 1. Saksı

ışınlama tarihi: 22.02.93; 15.18

vermeden önce: 5376

veriliş: 23.02.93; 11.05

Bitki Hücresi Ort. BG: 500 $\pm$ 20

Saksı Hücresi Ort. BG: 450 $\pm$ 15

Sayım Tarihi	Geçen Süre (saat)	Saksı (say./dak.) Bölgesi Ortalama Net Sayımı	Bitki (say./dak.) Ortalama Net Sayımı
23.02.93	0.0	930 $\pm$ 26	620 $\pm$ 35
	0.75	870 $\pm$ 27	644 $\pm$ 18
	2.00	828 $\pm$ 13	696 $\pm$ 32
	2.50	804 $\pm$ 12	962 $\pm$ 9
	3.00	676 $\pm$ 75	756 $\pm$ 12
	3.50	656 $\pm$ 18	632 $\pm$ 25
24.02.93	23.66	436 $\pm$ 6	693 $\pm$ 10
	24.00	463 $\pm$ 8	680 $\pm$ 3
	25.00	458 $\pm$ 4	415 $\pm$ 12
	25.50	441 $\pm$ 11	433 $\pm$ 44
	26.00	495 $\pm$ 13	601 $\pm$ 7
25.02.93	47.58	563 $\pm$ 19	632 $\pm$ 11
	48.25	353 $\pm$ 11	528 $\pm$ 3
	48.75	420 $\pm$ 10	633 $\pm$ 31
	49.50	507 $\pm$ 4	697 $\pm$ 6
	50.00	464 $\pm$ 5	497 $\pm$ 5
26.02.93	72.00	295 $\pm$ 6	473 $\pm$ 11

Tablo 1.14

Zn 2. Saksı

ışınlama tarihi: 22.02.93; 15.18

vermeden önce: 6078

veriliş: 23.02.93; 11.15

Bitki Hücresi Ort. BG: 500 $\pm$ 20

Saksı Hücresi Ort. BG: 450 $\pm$ 15

Sayım Tarihi	Geçen Süre (saat)	Saksı (say./dak.) Bölgesi Ortalama Net Sayımı	Bitki(say./dak.) Ortalama Net Sayımı
23.02.93	0.0	1614 $\pm$ 59	562 $\pm$ 36
	0.75	1528 $\pm$ 28	594 $\pm$ 22
	2.00	1307 $\pm$ 21	642 $\pm$ 22
	2.50	982 $\pm$ 15	718 $\pm$ 9
	3.00	1184 $\pm$ 39	614 $\pm$ 41
	3.50	1222 $\pm$ 21	838 $\pm$ 57
24.02.93	23.16	757 $\pm$ 3	745 $\pm$ 4
	24.00	574 $\pm$ 21	529 $\pm$ 6
	25.00	625 $\pm$ 10	567 $\pm$ 3
	25.50	435 $\pm$ 8	523 $\pm$ 6
	26.00	590 $\pm$ 10	637 $\pm$ 6
25.02.93	45.50	428 $\pm$ 4	542 $\pm$ 10
	48.16	554 $\pm$ 8	725 $\pm$ 6
	48.75	462 $\pm$ 18	447 $\pm$ 18
	49.50	510 $\pm$ 10	603 $\pm$ 7
	50.00	402 $\pm$ 8	629 $\pm$ 5
26.02.93	72.00	485 $\pm$ 6	475 $\pm$ 5

Tablo 1.15

Zn 3. Saksı

ışınılama tarihi: 22.02.93; 15.00

vermeden önce: 6060

veriliş: 23.02.93; 11.25

Bitki Hücresi Ort. BG: 500 $\pm$ 20

Saksı Hücresi Ort. BG: 450 $\pm$ 15

Sayım Tarihi	Geçen Süre (saat)	Saksı (say./dak.) Bölgesi Ortalama Net Sayımı	Bitki (say./dak.) Ortalama Net Sayımı
23.02.93	0.0	1082 $\pm$ 28	680 $\pm$ 45
	0.75	1060 $\pm$ 18	710 $\pm$ 96
	2.00	802 $\pm$ 12	576 $\pm$ 32
	2.50	972 $\pm$ 12	564 $\pm$ 32
	3.00	1042 $\pm$ 33	705 $\pm$ 22
	3.50	1108 $\pm$ 9	574 $\pm$ 27
24.02.93	23.08	728 $\pm$ 2	681 $\pm$ 4
	24.00	563 $\pm$ 6	431 $\pm$ 8
	25.00	558 $\pm$ 5	608 $\pm$ 2
	25.50	570 $\pm$ 8	667 $\pm$ 10
	26.00	604 $\pm$ 8	785 $\pm$ 15
25.02.93	47.42	555 $\pm$ 10	455 $\pm$ 30
	48.08	502 $\pm$ 5	599 $\pm$ 11
	48.75	525 $\pm$ 23	583 $\pm$ 12
	49.50	529 $\pm$ 26	575 $\pm$ 5
	50.00	413 $\pm$ 11	606 $\pm$ 4
26.02.93	72.00	468 $\pm$ 2	441 $\pm$ 4

Tablo I.16

Zn 4. Saksı

ışınlama tarihi: 22.02.93; 15.18

vermeden önce: 6504

veriliş: 23.02.93; 11.30

Bitki Hücresi Ort. BG: 500 $\pm$ 20

Saksı Hücresi Ort. BG: 450 $\pm$ 15

Sayım Tarihi	Geçen Süre (saat)	Saksı (say./dak.) Bölgesi Ortalama Net Sayımı	Bitki (say./dak.) Ortalama Net Sayımı
23.02.93	0.0	1174 $\pm$ 31	608 $\pm$ 45
	0.75	1064 $\pm$ 15	764 $\pm$ 97
	2.00	1304 $\pm$ 42	682 $\pm$ 28
	2.50	928 $\pm$ 16	752 $\pm$ 30
	3.00	856 $\pm$ 20	702 $\pm$ 16
	3.50	850 $\pm$ 12	854 $\pm$ 19
24.02.93	23.08	843 $\pm$ 3	715 $\pm$ 2
	24.00	520 $\pm$ 10	607 $\pm$ 3
	25.00	573 $\pm$ 8	531 $\pm$ 9
	25.50	462 $\pm$ 7	805 $\pm$ 4
	26.00	556 $\pm$ 5	804 $\pm$ 4
25.02.93	47.42	532 $\pm$ 20	606 $\pm$ 6
	48.50	486 $\pm$ 16	425 $\pm$ 5
	48.75	485 $\pm$ 5	451 $\pm$ 19
	49.50	457 $\pm$ 6	635 $\pm$ 23
	50.00	459 $\pm$ 2	736 $\pm$ 16
26.02.93	72.00	533 $\pm$ 8	413 $\pm$ 16

Tablo 1.17

Mg 1. Saksı

ışınlama tarihi: 09.03.93; 11.31

vermeden önce: 12408

veriliş: 10.02.93; 11.00

Bitki Hücresi Ort. BG: 610 $\pm$ 10

Saksı Hücresi Ort. BG: 485 $\pm$ 15

Sayım Tarihi	Geçen Süre (saat)	Saksı (say./dak.) Bölgesi Ortalama Net Sayımı	Bitki (say./dak.) Ortalama Net Sayımı
10.03.93	0.0	833 $\pm$ 12	887 $\pm$ 26
	0.66	620 $\pm$ 32	795 $\pm$ 12
	1.16	737 $\pm$ 33	820 $\pm$ 4
	2.00	713 $\pm$ 10	566 $\pm$ 16
	2.66	773 $\pm$ 21	587 $\pm$ 22
	3.16	605 $\pm$ 6	577 $\pm$ 24
11.03.93	24.66	659 $\pm$ 12	618 $\pm$ 2
	25.58	473 $\pm$ 20	602 $\pm$ 4

Tablo 1.18

Mg 2. Saksı

ışınılama tarihi: 09.03.93; 11.31

vermeden önce: 9750

veriliş: 10.02.93; 11.10

Bitki Hücresi Ort. BG: 610 $\pm$ 10

Saksı Hücresi Ort. BG: 485 $\pm$ 15

Sayım Tarihi	Geçen Süre (saat)	Saksı (say./dak.) Bölgesi Ortalama Net Sayımı	Bitki (say./dak.) Ortalama Net Sayımı
10.03.93	0.0	595 $\pm$ 29	603 $\pm$ 12
	0.66	566 $\pm$ 31	455 $\pm$ 14
	1.16	655 $\pm$ 5	528 $\pm$ 20
	2.00	613 $\pm$ 7	524 $\pm$ 20
	2.66	503 $\pm$ 46	632 $\pm$ 6
	3.16	541 $\pm$ 20	541 $\pm$ 2
11.03.93	24.66	461 $\pm$ 9	610 $\pm$ 4
	25.66	456 $\pm$ 6	601 $\pm$ 10

Tablo 1.19

Mg 3. Saksı

ışınılama tarihi: 09.03.93; 11.31

vermeden önce: 9612

veriliş: 10.02.93; 11.20

Bitki Hücresi Ort. BG: 610 $\pm$ 10

Saksı Hücresi Ort. BG: 485 $\pm$ 15

Sayım Tarihi	Geçen Süre (saat)	Saksı (say./dak.) Bölgesi Ortalama Net Sayımı	Bitki (say./dak.) Ortalama Net Sayımı
10.03.93	0.0	645 $\pm$ 5	765 $\pm$ 48
	0.66	620 $\pm$ 12	776 $\pm$ 76
	1.16	654 $\pm$ 14	964 $\pm$ 6
	2.00	649 $\pm$ 5	650 $\pm$ 9
	2.66	546 $\pm$ 6	885 $\pm$ 42
	3.16	607 $\pm$ 8	936 $\pm$ 6
11.03.93	24.66	563 $\pm$ 7	691 $\pm$ 10
	25.58	483 $\pm$ 18	419 $\pm$ 17

Tablo 1.20

Mg 4. Saksı

işinlama tarihi: 09.03.93; 11.31

vermeden önce: 8706

veriliş: 10.02.93; 11.30

Bitki Hücresi Ort. BG: 610 $\pm$ 10

Saksı Hücresi Ort. BG: 485 $\pm$ 15

Sayım Tarihi	Geçen Süre (saat)	Saksı (say./dak.) Bölgesi Ortalama Net Sayımı	Bitki (say./dak.) Ortalama Net Sayımı
10.03.93	0.0	655 $\pm$ 66	675 $\pm$ 15
	0.66	550 $\pm$ 10	657 $\pm$ 10
	1.16	530 $\pm$ 31	863 $\pm$ 8
	2.00	601 $\pm$ 20	514 $\pm$ 6
	2.66	585 $\pm$ 15	611 $\pm$ 6
	3.16	629 $\pm$ 8	607 $\pm$ 15
11.03.93	24.66	548 $\pm$ 10	453 $\pm$ 17
	25.58	573 $\pm$ 12	453 $\pm$ 15

Tablo 1.21

Co 1. Saksı

işinlana tarihi: 04.02.93; 15.43

vermeden önce: 9432

veriliş: 05.02.93; 13.40

Bitki Hücresi Ort. BG: 650 $\pm$ 30

Saksı Hücresi Ort. BG: 500 $\pm$ 12

Sayım Tarihi	Geçen Süre (saat)	Saksı (say./dak.) Bölgesi Ortalama Net Sayımı	Bitki (say./dak.) Ortalama Net Sayımı
05.02.93	0.0 1.00 2.25	5570 $\pm$ 61 5640 $\pm$ 30 5180 $\pm$ 44	2790 $\pm$ 26 2985 $\pm$ 19 3618 $\pm$ 61
06.02.93	22.66 23.33 24.33 25.08	4971 $\pm$ 40 3178 $\pm$ 27 3487 $\pm$ 149 4133 $\pm$ 111	2473 $\pm$ 53 3077 $\pm$ 19 3862 $\pm$ 7 2505 $\pm$ 148
07.02.93	46.00 46.66 47.66 48.33	3663 $\pm$ 15 2845 $\pm$ 146 2956 $\pm$ 52 3243 $\pm$ 169	2989 $\pm$ 19 2267 $\pm$ 29 3293 $\pm$ 6 4100 $\pm$ 87
12.02.93	168.00 171.00 175.00	3320 $\pm$ 74 3124 $\pm$ 285 3200 $\pm$ 12	3858 $\pm$ 36 3873 $\pm$ 24 3600 $\pm$ 24
15.02.93	238.00 239.00	4202 $\pm$ 11 2891 $\pm$ 25	2430 $\pm$ 18 1092 $\pm$ 11
31.03.93	1294.58 1295.58	4770 $\pm$ 30 3500 $\pm$ 20	2407 $\pm$ 6 2669 $\pm$ 22

Tablo 1.22

Co 2. Saksı

işinlana tarihi: 04.02.93; 15.43

vermeden önce: 7070

veriliş: 05.02.93; 13.50

Bitki Hücresi Ort. BG: 650 $\pm$ 30

Saksı Hücresi Ort. BG: 500 $\pm$ 12

Sayım Tarihi	Geçen Süre (saat)	Saksı (say./dak.) Bölgesi Ortalama Net Sayımı	Bitki (say./dak.) Ortalama Net Sayımı
05.02.93	0.0	6344 $\pm$ 39	3279 $\pm$ 173
	1.16	5712 $\pm$ 7	4075 $\pm$ 22
	2.16	5727 $\pm$ 31	4398 $\pm$ 49
06.02.93	22.58	4163 $\pm$ 47	2483 $\pm$ 15
	23.25	6320 $\pm$ 20	2903 $\pm$ 176
	24.25	3571 $\pm$ 34	3279 $\pm$ 34
	25.00	3104 $\pm$ 6	2281 $\pm$ 23
07.02.93	45.92	4410 $\pm$ 30	2990 $\pm$ 20
	46.58	3891 $\pm$ 38	3013 $\pm$ 83
	47.58	3234 $\pm$ 31	3069 $\pm$ 10
	48.25	3251 $\pm$ 42	2362 $\pm$ 183
12.02.93	168.00	4386 $\pm$ 16	3765 $\pm$ 113
	171.00	3737 $\pm$ 38	3913 $\pm$ 31
	175.00	3500 $\pm$ 24	3200 $\pm$ 30
15.02.93	238.16	3463 $\pm$ 15	1859 $\pm$ 4
	240.00	3475 $\pm$ 14	2802 $\pm$ 51
31.03.93	1294.58	3665 $\pm$ 48	2206 $\pm$ 62
	1295.58	3032 $\pm$ 15	2189 $\pm$ 11

Tablo 1.23

Co 3. Saksı

ışınlama tarihi: 04.02.93; 15.43

vermeden önce: 8448

veriliş: 05.02.93; 14.00

Bitki Hücresi Ort. BG: 650 $\pm$ 30

Saksı Hücresi Ort. BG: 500 $\pm$ 12

Sayım Tarihi	Geçen Süre (saat)	Saksı (say./dak.) Bölgesi Ortalama Net Sayımı	Bitki (say./dak.) Ortalama Net Sayımı
05.02.93	0.0	7921 $\pm$ 198	3897 $\pm$ 15
	1.16	7760 $\pm$ 8	4187 $\pm$ 20
	2.08	6586 $\pm$ 16	6021 $\pm$ 4
06.02.93	22.50	5654 $\pm$ 5	4705 $\pm$ 14
	23.16	5539 $\pm$ 68	5161 $\pm$ 38
	24.16	6903 $\pm$ 52	3720 $\pm$ 6
	24.92	6788 $\pm$ 9	4504 $\pm$ 9
07.02.93	45.83	5975 $\pm$ 22	4079 $\pm$ 29
	46.50	5476 $\pm$ 6	4210 $\pm$ 46
	47.50	5110 $\pm$ 26	4175 $\pm$ 51
	48.16	5365 $\pm$ 108	4351 $\pm$ 32
12.02.93	168.00	5313 $\pm$ 42	4398 $\pm$ 7
	171.00	5085 $\pm$ 19	6185 $\pm$ 31
	175.00	5200 $\pm$ 12	5800 $\pm$ 30
15.02.93	238.16	4874 $\pm$ 20	4565 $\pm$ 25
	240.00	4531 $\pm$ 26	4178 $\pm$ 24
31.03.93	1294.42	6138 $\pm$ 59	3721 $\pm$ 41
	1295.42	5496 $\pm$ 6	3889 $\pm$ 34

Tablo 1.24

Co 4. Saksı

ışınlama tarihi: 04.02.93; 15.43

vermeden önce: 10056

veriliş: 05.02.93; 14.10

Bitki Hücresi Ort. BG: 650 $\pm$ 30

Saksı Hücresi Ort. BG: 500 $\pm$ 12

Sayım Tarihi	Geçen Süre (saat)	Saksı (say./dak.) Bölgesi Ortalama Net Sayımı	Bitki (say./dak.) Ortalama Net Sayımı
05.02.93	0.0	5369 $\pm$ 37	4233 $\pm$ 13
	1.25	4999 $\pm$ 12	4143 $\pm$ 50
	2.00	5821 $\pm$ 11	4681 $\pm$ 15
06.02.93	22.42	4181 $\pm$ 21	3039 $\pm$ 10
	23.08	5573 $\pm$ 36	4461 $\pm$ 55
	24.08	4093 $\pm$ 6	4493 $\pm$ 13
	24.83	5223 $\pm$ 6	5455 $\pm$ 34
07.02.93	45.75	4258 $\pm$ 39	4911 $\pm$ 111
	46.42	3960 $\pm$ 61	4834 $\pm$ 49
	47.42	3794 $\pm$ 11	3865 $\pm$ 114
	48.08	3063 $\pm$ 19	5186 $\pm$ 21
12.02.93	167.83	4291 $\pm$ 8	4785 $\pm$ 113
	170.83	3770 $\pm$ 26	5213 $\pm$ 27
	175.00	3800 $\pm$ 20	4800 $\pm$ 20
15.02.93	238.83	4086 $\pm$ 48	3900 $\pm$ 100
	240.00	3903 $\pm$ 6	4064 $\pm$ 7
31.03.93	1294.42	3471 $\pm$ 40	3184 $\pm$ 20
	1295.42	3553 $\pm$ 11	3426 $\pm$ 4

Tablo 1.25

Cu 2. Saksı

ışınılama tarihi: 04.02.93; 15.43

vermeden önce: 128804

veriliş: 05.02.93; 14.15

Bitki Hücresi Ort. BG: 580 $\pm$ 28

Saksı Hücresi Ort. BG: 450 $\pm$ 24

Sayım Tarihi	Geçen Süre (saat)	Saksı (say./dak.) Bölgesi Ortalama Net Sayımı	Bitki (say./dak.) Ortalama Net Sayımı
05.02.93	0.0	25563 $\pm$ 485	11499 $\pm$ 255
	1.25	25596 $\pm$ 450	12314 $\pm$ 214
	2.00	23055 $\pm$ 51	13390 $\pm$ 10
06.02.93	22.42	6543 $\pm$ 12	7782 $\pm$ 54
	23.00	7612 $\pm$ 60	6561 $\pm$ 51
	24.08	6750 $\pm$ 60	5371 $\pm$ 14
	24.75	4748 $\pm$ 53	7472 $\pm$ 13
07.02.93	45.75	1522 $\pm$ 14	1493 $\pm$ 10
	46.42	1867 $\pm$ 48	2070 $\pm$ 45
	47.42	1779 $\pm$ 29	2173 $\pm$ 43
	48.08	1631 $\pm$ 20	1776 $\pm$ 50
12.02.93	71.83	455 $\pm$ 5	771 $\pm$ 4
	74.83	449 $\pm$ 48	662 $\pm$ 20
15.03.93	142.00	403 $\pm$ 12	505 $\pm$ 8

Tablo 1.26

Cu 3. Saksı

ışınılama tarihi: 04.02.93; 15.43

vermeden önce: 135624

veriliş: 05.02.93; 14.25

Bitki Hücresi Ort. BG: 580 $\pm$ 28

Saksı Hücresi Ort. BG: 450 $\pm$ 24

Sayım Tarihi	Geçen Süre (saat)	Saksı (say./dak.) Bölgesi Ortalama Net Sayımı	Bitki (say./dak.) Ortalama Net Sayımı
05.02.93	0.0	18225 $\pm$ 28	10086 $\pm$ 23
	1.25	17063 $\pm$ 47	14463 $\pm$ 151
	2.00	16086 $\pm$ 12	18918 $\pm$ 57
06.02.93	22.33	5236 $\pm$ 47	5792 $\pm$ 166
	22.92	4187 $\pm$ 20	6195 $\pm$ 12
	24.00	3810 $\pm$ 10	4486 $\pm$ 43
	24.66	4152 $\pm$ 7	4973 $\pm$ 38
07.02.93	45.75	1885 $\pm$ 16	1385 $\pm$ 14
	46.33	1435 $\pm$ 10	2281 $\pm$ 23
	47.33	1285 $\pm$ 17	1853 $\pm$ 50
	48.00	1403 $\pm$ 32	1899 $\pm$ 14
12.02.93	71.75	498 $\pm$ 5	603 $\pm$ 6
	74.75	417 $\pm$ 4	555 $\pm$ 5
15.03.93	142.00	402 $\pm$ 4	450 $\pm$ 11

Tablo 1.27

Cu 4. Saksı

ışınlama tarihi: 04.02.93; 15.43

vermeden önce: 152898

veriliş: 05.02.93; 14.30

Bitki Hücresi Ort. BG: 580 $\pm$ 28

Saksı Hücresi Ort. BG: 450 $\pm$ 24

Sayım Tarihi	Geçen Süre (saat)	Saksı (say./dak.) Bölgesi Ortalama Net Sayımı	Bitki (say./dak.) Ortalama Net Sayımı
05.02.93	0.0	14414 $\pm$ 181	12548 $\pm$ 45
	1.33	15321 $\pm$ 29	13205 $\pm$ 53
	2.00	15098 $\pm$ 13	19560 $\pm$ 82
06.02.93	22.33	6496 $\pm$ 5	6763 $\pm$ 16
	22.92	5979 $\pm$ 18	6911 $\pm$ 10
	24.00	5063 $\pm$ 16	6260 $\pm$ 21
	24.66	5226 $\pm$ 42	6432 $\pm$ 35
07.02.93	45.75	1793 $\pm$ 8	1360 $\pm$ 18
	46.33	1725 $\pm$ 34	1431 $\pm$ 4
	47.33	1337 $\pm$ 22	1697 $\pm$ 15
	48.00	1298 $\pm$ 2	1768 $\pm$ 22
12.02.93	71.75	415 $\pm$ 5	512 $\pm$ 6
	74.75	454 $\pm$ 6	466 $\pm$ 5
15.03.93	142.00	408 $\pm$ 4	460 $\pm$ 4

Tablo I.28

K 1. Saksı

ışınlama tarihi: 01.03.93; 12.15

vermeden önce: 81648

veriliş: 02.03.93; 10.55

Bitki Hücresi Ort. BG: 580 $\bar{+}$ 20

Saksı Hücresi Ort. BG: 380 $\bar{+}$ 40

Sayım Tarihi	Geçen Süre (saat)	Saksı (say./dak.) Bölgesi Ortalama Net Sayımı	Bitki (say./dak.) Ortalama Net Sayımı
02.03.93	0.0	8389 $\bar{+}$ 28	3771 $\bar{+}$ 26
	0.83	7709 $\bar{+}$ 42	10036 $\bar{+}$ 200
	1.80	5927 $\bar{+}$ 12	9695 $\bar{+}$ 283
	2.50	6575 $\bar{+}$ 5	10475 $\bar{+}$ 69
	3.00	5057 $\bar{+}$ 16	7300 $\bar{+}$ 100
	3.50	6725 $\bar{+}$ 42	9059 $\bar{+}$ 42
03.03.93	23.58	2000 $\bar{+}$ 24	2783 $\bar{+}$ 20
	24.58	1966 $\bar{+}$ 12	2319 $\bar{+}$ 18
	26.00	2164 $\bar{+}$ 15	2013 $\bar{+}$ 15
	26.50	1446 $\bar{+}$ 6	1953 $\bar{+}$ 23
	27.00	1817 $\bar{+}$ 4	1871 $\bar{+}$ 10
04.03.93	49.00	673 $\bar{+}$ 8	962 $\bar{+}$ 108
	50.00	917 $\bar{+}$ 8	961 $\bar{+}$ 6
	51.00	745 $\bar{+}$ 40	883 $\bar{+}$ 50
10.03.93	144.33	384 $\bar{+}$ 4	582 $\bar{+}$ 11

Tablo I.29

K 2. Saksı

ısınlama tarihi: 01.03.93; 12.15

vermeden önce: 72870

veriliş: 02.03.93; 11.05

Bitki Hücresi Ort. BG: 580 $\pm$ 20

Saksı Hücresi Ort. BG: 380 $\pm$ 40

Sayım Tarihi	Geçen Süre (saat)	Saksı (say./dak.) Bölgesi Ortalama Net Sayımı	Bitki (say./dak.) Ortalama Net Sayımı
02.03.93	0.0	9852 $\pm$ 43	5673 $\pm$ 25
	0.83	7248 $\pm$ 5	9158 $\pm$ 30
	1.83	7105 $\pm$ 52	8490 $\pm$ 12
	2.25	7857 $\pm$ 20	10130 $\pm$ 30
	3.00	8341 $\pm$ 4	9189 $\pm$ 13
	3.50	6649 $\pm$ 30	8496 $\pm$ 50
03.03.93	23.58	2480 $\pm$ 22	2273 $\pm$ 24
	24.58	2332 $\pm$ 28	1851 $\pm$ 10
	26.00	2730 $\pm$ 7	2052 $\pm$ 43
	26.50	2091 $\pm$ 20	1919 $\pm$ 12
	27.00	1975 $\pm$ 25	1401 $\pm$ 20
04.03.93	49.00	1093 $\pm$ 23	819 $\pm$ 21
	50.00	855 $\pm$ 10	813 $\pm$ 7
	51.00	887 $\pm$ 8	931 $\pm$ 10
10.03.93	144.33	438 $\pm$ 4	590 $\pm$ 12

Tablo 1.30

K 3. Saksı

ışınlama tarihi: 01.03.93; 12.15

vermeden önce: 62430

veriliş: 02.03.93; 11.15

Bitki Hücresi Ort. BG: 580 $\pm$ 20

Saksı Hücresi Ort. BG: 380 $\pm$ 40

Sayım Tarihi	Geçen Süre (saat)	Saksı (say./dak.) Bölgesi Ortalama Net Sayımı	Bitki (say./dak.) Ortalama Net Sayımı
02.03.93	0.0	9113 $\pm$ 7	5407 $\pm$ 49
	0.83	7161 $\pm$ 12	6286 $\pm$ 18
	1.83	7362 $\pm$ 40	6563 $\pm$ 8
	2.58	7333 $\pm$ 24	5474 $\pm$ 22
	3.00	8147 $\pm$ 98	7452 $\pm$ 26
	3.50	7508 $\pm$ 62	7508 $\pm$ 2
03.03.93	23.58	2394 $\pm$ 42	1664 $\pm$ 27
	24.58	1991 $\pm$ 20	1795 $\pm$ 28
	26.00	2233 $\pm$ 12	1755 $\pm$ 14
	26.50	2653 $\pm$ 18	1634 $\pm$ 12
	27.00	1956 $\pm$ 32	1647 $\pm$ 8
04.03.93	49.00	729 $\pm$ 13	869 $\pm$ 15
	50.00	881 $\pm$ 22	786 $\pm$ 4
	51.00	747 $\pm$ 12	710 $\pm$ 10
10.03.93	144.33	354 $\pm$ 8	580 $\pm$ 14

Tablo I.31

K 4. Saksı

ışınılama tarihi: 01.03.93; 12.15

vermeden önce: 98904

veriliş: 02.03.93; 12.25

Bitki Hücresi Ort. BG: 580 $\bar{+}$ 20

Saksı Hücresi Ort. BG: 380 $\bar{+}$ 40

Sayım Tarihi	Geçen Süre (saat)	Saksı (say./dak.) Bölgesi Ortalama Net Sayımı	Bitki (say./dak.) Ortalama Net Sayımı
02.03.93	0.0	6911 $\bar{+}$ 20	6020 $\bar{+}$ 26
	0.83	6558 $\bar{+}$ 2	6080 $\bar{+}$ 24
	1.83	5963 $\bar{+}$ 18	9500 $\bar{+}$ 12
	2.42	6498 $\bar{+}$ 24	10919 $\bar{+}$ 24
	3.00	6992 $\bar{+}$ 40	8367 $\bar{+}$ 16
	3.50	5951 $\bar{+}$ 32	8327 $\bar{+}$ 10
03.03.93	23.58	1952 $\bar{+}$ 16	3096 $\bar{+}$ 8
	24.58	1925 $\bar{+}$ 7	2719 $\bar{+}$ 3
	26.00	1483 $\bar{+}$ 13	3094 $\bar{+}$ 6
	26.50	1955 $\bar{+}$ 12	2866 $\bar{+}$ 14
	27.00	2094 $\bar{+}$ 16	2625 $\bar{+}$ 3
04.03.93	49.00	980 $\bar{+}$ 8	1021 $\bar{+}$ 12
	50.00	681 $\bar{+}$ 4	1036 $\bar{+}$ 10
	51.00	945 $\bar{+}$ 9	978 $\bar{+}$ 8
10.03.93	144.33	300 $\bar{+}$ 26	558 $\bar{+}$ 12

KAYNAKLAR

- [1] BİLGE, A.N.- TUĞRUL, B., "Endüstriyel Radyografinin Esasları", I.T.U., Rektörlük Ofset Atölyesi, İstanbul, 1990
- [2] BİLGE, A.N., "Nükleer Tekniklerin Endüstriye Uygulanması ", TAEK Ç.N.A.E.M. Matbaası, İstanbul, 1985
- [3] BİLGE, A.N., "Endüstride Nükleer Teknikler", I.T.U., Rektörlük Ofset Atölyesi, İstanbul, 1991
- [4] TUĞRUL, B., "Tahribatsız Muayene Metodlarıyla Yapılan Arkeometrik İncelemeler", III. Ulusal Nükleer Bilimler Kongresi, İstanbul, 27-29 Eylül 1989, Bildiri Kitabı s:679-684
- [5] MIX, P.E., "Introduction to Nondestructive Testing", Texas Nuclear Corporation, Austin, Texas, USA, 1987
- [6] BİLGE, A.N.- TUĞRUL, B., " Radyografik Değerlendirme Esasları", Metalurji Mühendisliği Dergisi, Tahribatsız Muayene Özel Sayısı, s: 24-27, 1988
- [7] BİLGE, A.N.- TUĞRUL, B. - SUNGUR, F. " Sanayide Radyografi Uygulamaları", Nükleer Enerji ve Sanayi İşbirliği Sempozyumu, Bildiri Kitabı s: 89-97, I.T.U., N.E.E., İstanbul, 1986
- [8] HALMSHAW, R., "Industrial Radiology Techniques", London & Winchester, 1971
- [9] KARA, N., "Radyoaktif İzleyici Tekniği ile Bir Açık Kanalda Laminer Rejim Akış Takibi", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 1990

- [10] TUĞRUL, B.- KARA, N., "Radyoaktif İzleme Tekniğı İle Açık Kanallarda Akımın İncelenmesi", İ.T.U. Araştırma Projesi Raporu, İstanbul, 1990
- [11] KARA, N.- TUĞRUL, B., " Radyoaktif İzleme Tekniğı ile Açık Kanallarda Laminer Akış Takibi", III. Ulusal Nükleer Bilimler Kongresi, Bildiri Kitabı s: 871-876, İstanbul, 1989
- [12] GARDNER, R.P., - ELY, JR.R.L., " Radioisotope Measurement Applications in Engineering ", Reinhold Publishing Corporation , 1967
- [13] YEĞİN, M.M., "Genel Nükleer Tıp", Atatürk Üniversitesi Basımevi, Erzurum, 1985
- [14] URGANCIOĞLU, İ.- KARADENİZ, C.- SENGUN, A., "Radyoizotopların Biyolojide ve Tıpta Kullanılması", İ.U. Yayınları , Rek. No: 2235, Fen Fak. No: 134, İstanbul, 1976
- [15] ETHERINGTON, H., "Nuclear Engineering Handbook", McGraw Hill Book Company, 1958
- [16] INANDIK, H., "Bitkiler Coğrafyası", İ.U. Coğrafya Enstitüsü Yayınları, 1985
- [17] CEPEL, N., "Orman Ekolojisi", İ.U. Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul, 1976
- [18] DANESİ, R.P., "Nuclear Techniques and Sustainable Agricultural Development", IAEA Bulletin, Vol. 34, No: 4, Vienna, Austria, 1992
- [19] KANBER, L.A., "Pratik Çiçekçilik", İnkılap ve Aka Yayınevi, İstanbul, 1989

- [20] GURSAN, K., "Karanfil Yetiştirme Teknigi", Kocaoluk Yayınevi, Istanbul, 1988
- [21] GLASCOCK, M.D., "Tables for Neutron Activation Analysis", University of Missouri, USA, 1988
- [22] MERCK, E. "Catalog; Reagents. Diagnostic. Chemicals 1990/91" Darmstadt, Germany
- [23] ORTEG, G. & EG, "Nuclear Instrument and Systems 1986/87", Oak-Ridge, USA
- [24] KNOLL, F.G., "Radiation Detection and Measurement", The University of Michigan, USA, 1989
- [25] SHAPIRO, J., "Radiation Protection", Harward University, Cambridge, Massachussets, USA, 1988
- [26] WADSWORTH, M.H. - STEPHENDS, K. - GODFREY, A.D., "Modern Methods for Quality Control and Improvement", Singapore, New York, Toronto, 1986

ÖZGEÇMİŞ

1967 yılında Samsun- Vezirköprü'de doğdu. Samsun Ondokuz Mayıs Lisesi'ni bitirdikten sonra, aynı yıl İstanbul Teknik Üniversitesi Kimya Metalurji Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümüne girdi ve 1989 yılında Kimya Mühendisi olarak mezun oldu. Bir süre özel sektörde çalıştı. Daha sonra İ.T.U. Nükleer Enerji Enstitüsü'nde yüksek lisans öğrenimine başladı.