

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KİMYA ANABİLİM DALI**

**PATATESTE LAZER DİYOT SPEKTROMETRE İLE
TOPLAM α - AMİNO AZOTU TAYİNİ**

**Hazırlayan
Melisa KORKMAZ**

**1. Danışman
Prof. Dr. Ahmet ÜLGEN
2. Danışman
Prof. Dr. Serkan ŞAHAN**

Yüksek Lisans Tezi

**Nisan 2024
KAYSERİ**

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KİMYA ANABİLİM DALI**

**PATATESTE LAZER DİYOT SPEKTROMETRE İLE
TOPLAM α - AMİNO AZOTU TAYİNİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

**Hazırlayan
Melisa KORKMAZ**

**1. Danışman
Prof. Dr. Ahmet ÜLGİN**

**2. Danışman
Prof. Dr. Serkan ŞAHAN**

**Nisan 2024
KAYSERİ**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Melisa KORKMAZ

İmza

“Patateste Lazer Diyot Spektrometre İle Toplam α - Amino Azotu Tayini” adlı Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Hazırlayan

Melisa KORKMAZ

Danışman

Prof. Dr. Ahmet ÜLGEN

İmza

İmza

Kimya ABD Başkanı

Prof. Dr. İlhan Özer İLHAN

İmza

TEŞEKKÜR

Bana çalışmalarım süresince her türlü yardımı ve fedakârlığı sağlayan, deneyimlerini ve bilgi birikimlerini açık gönüllülükle benimle paylaşan çok değerli danışman hocalarım Prof. Dr. Ahmet ÜLGEN' e ve Prof. Dr. Serkan ŞAHAN' a, çalışma boyunca yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Uğur ŞAHİN' e, kullanılan cihazlar konusunda destek olan Prof. Dr. Şenol KARTAL' a,

Lisans ve yüksek lisans öğretimim boyunca her zaman yanımda olan tüm bölüm hocalarıma,

Eğitim ve öğretim hayatım boyunca maddi ve manevi desteğini yanımda hissettiğim aileme, yüksek lisansımın en başından sonuna kadar beni motive edip her zaman destek olan sevgili eşim Özhan KORKMAZ' a

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Melisa KORKMAZ

Nisan 2024, KAYSERİ

PATATESTE LAZER DİYOT SPEKTROMETRE İLE TOPLAM α - AMİNO AZOTU TAYİNİ

Melisa KORKMAZ

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Nisan 2024
Danışman: Prof. Dr. Ahmet ÜLGEN

ÖZET

Tarım ürünlerinde bulunan azotlu bileşenler bitki gelişiminde önemli rol oynamaktadır. Bu bileşiklerin bazı formları, özellikle alfa amino nitrojen, çeşitli bitki türleri üzerinde zararlı etkilere neden olabilir. Günümüzde tarım ürünlerinin besin içeriğinin belirlenmesi hem tarım sektörü hem de tüketiciler açısından önemli bir konu haline gelmiştir. Bu bağlamda patateslerdeki alfa amino nitrojen miktarının kesin ve güvenilir bir şekilde belirlenmesi hem tarımsal verimliliğin artırılması hem de tüketici sağlığının korunması açısından kritik önem taşımaktadır. Bu tez, gıda güvenliği ve kalitesi açısından önemli olan zararlı nitrojen bileşiklerinin belirlenmesine yönelik bir araştırmayı konu almaktadır. Özellikle nitrojen içeren bileşiklerin çevrimiçi ve hızlı bir şekilde belirlenmesi için geliştirilen bir yöntemle odaklanılıyor. Çalışma, patates (*Solanum tuberosum* L.) örneklerinin çevrimiçi bir lazer diyot spektrofotometre ile analizini içermektedir. Ayrıca patates bitkisi ve lazer diyot spektrofotometrenin çalışma prensibi hakkında detaylı bilgi verilmektedir.

Anahtar Kelimeler: α -Amino Azot, Patates, Lazer diyot Spektrofotometre, Akış Enjeksiyonlu Analiz

DETERMINATION OF TOTAL α - AMINO NITROGEN IN POTATOES USING LASER DIODE SPECTROMETER

Melisa KORKMAZ

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences

Master Thesis, April 2024

Supervisor: Prof. Dr. Ahmet ÜLGEN

ABSTRACT

Nitrogenous components found in agricultural products play an important role for plant development. Some forms of these compounds, especially alpha amino nitrogen, can cause harmful effects on various plant species. Today, determining the nutritional content of agricultural products has become an important issue for both the agricultural industry and consumers. In this context, precise and reliable determination of the amount of alpha amino nitrogen in potatoes is of critical importance in terms of both increasing agricultural efficiency and protecting consumer health. This thesis deals with a research on the determination of harmful nitrogen compounds that are important for food safety and quality. In particular, the focus is on a method developed for the online and rapid determination of nitrogen-containing compounds. The study involves the analysis of potato (*Solanum tuberosum* L.) samples with an online laser diode spectrophotometer. Additionally, detailed information is given about the potato plant and the working principle of the laser diode spectrophotometer.

Keywords: Potatoes, α - amino nitrogen, laser diode spectrophotometer, flow injection analysis.

İÇİNDEKİLER

PATATESTE LAZER DİYOT SPEKTROMETRE İLE TOPLAM α - AMİNO AZOTU TAYİNİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK SAYFASI	i
YÖNERGEYE UYGUNLUK SAYFASI	ii
KABUL VE ONAY	iii
ÖNSÖZ	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	x
TABLolar LİSTESİ	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
GİRİŞ	1

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. α - Amino Azot	2
1.1.1. Amino Asitler	3
1.2. Patates – Azot İlişkisi	4
1.2.1. Patates	5
1.2.2. Patates Yumrusunun Kimyasal Bileşimi ve Besleme Değeri	6
1.3. Spektroskopi	10
1.3.1. Elektromanyetik Işımanın (EMI) Genel Özellikleri	10
1.3.2. Elektromanyetik Işımanın Dalga Özelliği	11

1.3.3. Elektromanyetik Işımanın Tanecik Özellikleri	11
1.4. Işığın Absorplanması	11
1.4.1. Atomik Absorpsiyon	12
1.4.2. Moleküler Absorpsiyon	12
1.5. Lambert – Beer Kanunu	14
1.6. UV ve Görünür Bölge Absorpsiyon Spektrofotometreleri	16
1.6.1. Işın Kaynakları	17
1.6.2. Dalga boyu Seçiciler (Monokromatörler)	18
1.6.3. Örnek Kabı	19
1.6.4. Dedektörler	19
1.7. UV – Görünür Bölge Cihaz Çeşitleri	20
1.7.1. Tek Işık Yollu Spektrofotometreler	20
1.7.2. Çift Işık Yollu Spektrofotometreler	21
1.8. Lazerler	22
1.8.1. Gaz Lazerler	22
1.8.2. Katı Hal Lazerler	23
1.8.3. Sıvı Lazerler	23
1.8.4. Yarıiletken Lazerler	23
1.9. Diyotlar	24
1.9.1. Lazer Diyotların Yapısı ve Çalışma İlkesi	24
1.10. Akış Enjeksiyon Analizi	25
1.10.1. Akış Enjeksiyon Cihazının Temel Bileşenleri	25

2. BÖLÜM

GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Kullanılan Cihazlar	28
2.1.1. Lazer Diyot Spektrofotometre	28
2.1.2. Akış Enjeksiyon Sistemi	29
2.1.3. pH metre	29

2.2. Kullanılan Reaktifler	29
2.3. Örneklerin Hazırlanması	30
2.4. Yöntem	30

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. pH Değerinin Absorbansa Etkisi	31
3.2. Bakır Derişiminin Absorbansa Etkisi	32
3.3. Tubing Uzunluğunun Absorbansa Etkisi	32
3.4. Akış Hızının Absorbansa Etkisi	33
3.5. Yöntemin Örneklerle Uygulanması	33
3.5.1. Patateslerin Analizlere Hazırlanması ve Çalışmalar	33
3.5.1.1. Patates ve Bakır Miktarının Absorbansa Etkisi.....	35
3.5.1.2. standart Ekleme Yöntemi ile α - Amino Azot Tayini	37

4. BÖLÜM

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

4.1. Sonuç ve Öneriler	43
KAYNAKÇA	45
ÖZGEÇMİŞ	47

KISALTMALAR VE SİMGELER

μm	: Mikrometre
AC	: Alternatif akım
Al	: Alüminyum
Ar	: Argon
As	: Arsenik
CO_2	: Karbon dioksit
Cu	: Bakır
D_2	: Döteryum
DC	: Doğru akım
EMI	: Elektro manyetik ışıma
EMR	: Elektromanyetik radyasyon
Fe	: Demir
g	: Gram
Ga	: Galyum
H_2	: Hidrojen
He	: Helyum
HF	: Hidrojen Florür
In	: İndiyum
IR	: Kızılötesi
K	: Kelvin
K	: Potasyum
kJ	: Kilojoule
Kr	: Kripton
Mg	: Magnezyum
mg	: Miligram
Mn	: Manganez
N_2	: Azot
Ne	: Neon
nm	: Nanometre
P	: Fosfor

ppm	: Milyonda bir kısım
PVC	: Polivinil klorür
Sb	: Antimon
Si	: Silisyum
UV	: Ultraviyole bölge
VIS	: Görünür bölge
W	: Tungsten
Xe	: Ksenon



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Patates yumrusunun kimyasal bileşimi.....	7
Tablo 2. Dünyadaki önemli patates üreticisi ülkeler.....	9
Tablo 3. Akış hızının absorbansa etkisi	33
Tablo 4. Çalışma A	34
Tablo 5. Çalışma B.....	34
Tablo 6. Çalışma C.....	34
Tablo 7. Çalışma X	35
Tablo 8. Çalışma Y	36
Tablo 9. Glutamin ekleme çalışması.....	37
Tablo 10. Artan glutamin miktarının absorbansa etkisi.....	39
Tablo 11. Aynı tarlada yetiştirilen patatese glutamin eklemesi	40
Tablo 12. Aynı tarlada yetiştirilen patateslerdeki azot miktarı	41
Tablo 13. Farklı bölgelerde yetiştirilen patateslere glutamin eklmesi	42
Tablo 14. Farklı bölgelerde yetiştirilen patateslerdeki azot miktarı	42

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Aminoasitin karboksil grubu.....	3
Şekil 1.2. Aminoasitlerin genel yapısı	3
Şekil 1.3. Patates üretiminin dünya ülkelerine dağılışı	6
Şekil 1.4. Elektromanyetik spektrumun bölgeleri.....	11
Şekil 1.5. Bir organik molekül için enerji seviyeleri diyagramı	13
Şekil 1.6. Beer kanunu	14
Şekil 1.7. Lambert kanunu	15
Şekil 1.8. Bir spektrofotometrenin temel bileşenleri	17
Şekil 1.9. Cornu ve Littrow türü prizmalarla dalga boyu seçimi	18
Şekil 1.10. Tek ışık yollu spektrofotometrenin şematik yapısı.....	20
Şekil 1.11 Çift ışık yollu spektrofotometrenin şematik yapısı	21
Şekil 1.12. Lazer diyoton yapısı.....	25
Şekil 1.13 Akış enjeksiyon sisteminin temel düzeneğine ait akış diyagramı	25
Şekil 1.14 Bir kanallı peristaltik pompa.....	26
Şekil 2.1. Lazer diyot spektrometre ve peristaltik pompa.....	28
Şekil 3.1. pH – Absorbans grafiği.....	31
Şekil 3.2. $[\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}]$ – Absorbans grafiği	32
Şekil 3.3. Uzunluk (cm) – Absorbans grafiği	32
Şekil 3.4. Patates miktarının absorbansa etkisi	35
Şekil 3.5. Bakır miktarının absorbansa etkisi.....	36
Şekil 3.6. Glutamin eklemesinin absorbansa etkisi.....	39

GİRİŞ

Dünya nüfusunun sürekli artmasıyla beraber besin kaynaklarına olan ihtiyaç da artmaktadır. Bu ihtiyacın karşılanması ancak tarımsal verimliliğin artması ile sağlanabilir.

Günümüzde, tarım ürünlerindeki besin içeriğinin belirlenmesi hem tarım endüstrisi hem de tüketiciler için önemli bir konu haline gelmiştir. Tarım ürünlerinde bulunan azotlu bileşenler, bitki gelişimi için önemli bir rol oynar. Ancak, bu bileşenlerin bazı formları, özellikle alfa amino azot, çeşitli bitki türleri üzerinde zararlı etkilere neden olabilir. Patates (*Solanum tuberosum*), dünya genelinde önemli bir besin kaynağı olarak kabul edilir; ancak, patatesteki bulunan alfa amino azot miktarının tayini hem ürün kalitesini hem de insan sağlığını etkileyebilecek önemli bir parametredir.

Bu tez, patates örneklerindeki zararlı alfa amino azot miktarının, akış enjeksiyonlu lazer diyot spektrofotometre ile belirlenmesini amaçlamaktadır. Ayrıca bu çalışma, tarım ürünlerindeki azotlu bileşenlerin kontrolünde kullanılacak potansiyel bir analitik aracın geliştirilmesine katkıda bulunmayı hedeflemektedir.

1. BÖLÜM

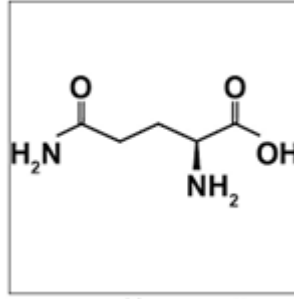
GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. α - Amino Azotu

Amino azotu tüm çözünebilir azot bileşiklerini temsil eder. Amino azot ile toplam çözünür azot arasındaki ilişki oldukça yakındır ve genotipe nazaran çevreden etkilenirler. Zararlı azotun bileşimi sabit olabilir. Bununla birlikte belirli azot bileşenlerinde başkaları tarafından giderilen değişiklikler de olabilir [1].

1993 yılında Schiwecka ve ark.'nın araştırması, serbest amino asitlerin içeriği toplam nitrojen içeriğinin % 10-12'si olduğunu ve aynı zamanda mayanın da diğer azot bileşenlerinden azotu özümseyebildiğini göstermiştir. Bu bileşenler polidikarbonik asit ve bazı inorganik azot bileşiklerinin (nitrat, amonyum) yanı sıra oligo ve polipeptitlerdir [2].

Bölümümüzde yapılan bir çalışmada [3] şeker pancarında şeker verimini düşüren ve “zararlı azot” diye bilinen α - Amino Azotu tayinini on-line olarak yapan bir görünür bölge Lazer Diyotlu (VIS-LD) fotometre geliştirilmiştir. Standart alfa amino çözeltisi ise bakır ile kararlı bir kompleks yapan L-glutaminden hazırlanmıştır. Aşağıdaki şekilde amino asitin karboksil grubuna bağlı C üzerindeki NH_2 , Cu^{+2} ile kompleks yapmaktadır.



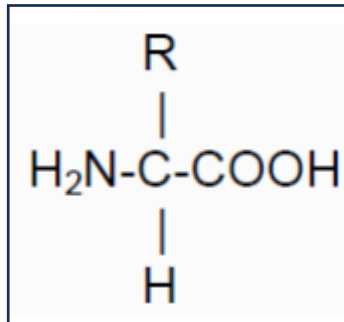
Şekil 1.1: Amino asitin karboksil grubu

1.1.1. Amino Asitler

Amino asitler proteinin yapı taşlarıdır. Amino asitler bir amino grubu ve bir karboksilik grup içerir ve kovalent peptid bağlarla birbirlerine bağlanarak uzun makromoleküller meydana getirirler. Böylece proteini oluştururlar. Proteinler kimyasal açıdan, yüksek moleküler ağırlığı olan azotlu bileşiklerdir.

Proteinin yapısına DNA ile kodlanan 20 çeşit amino asit vardır. α -amino asitte karboksil grubunun bağlı olduğu karbon α -C olarak isimlendirilir ve buna bağlı azota da “Alfa Amino Azotu” denir. Doğada, 300’ün üzerinde amino asit tanımlanmıştır. Buna rağmen memeli proteinlerinde yalnızca 20 tanesi mevcuttur. Prolin hariç amino asitlerin yapılarında;

- Amino ($-\text{NH}_3^+$) grubu
- Karboksil ($-\text{COO}^-$) grubu
- Yan zincir (R) grubu bulunur.



Şekil 1.2: Amino asitlerin genel yapısı

Amino asitlerin sınıflandırma ölçütleri farklıdır.

- A. Moleküllerinde sahip oldukları amino ve karboksil grupların sayısına göre
 - 1. Monoamino monokarboksilik asitler
 - 2. Monoamino dikarboksilik asitler
 - 3. Diamino monokarboksilik asitler
 - 4. Diamino dikarboksilik asitler
- B. Moleküllerinde sahip oldukları zincir ve halka yapılarına göre
 - 1. Alifatik amino asitler
 - 2. Aromatik amino asitler
 - 3. Heterosiklik amino asitler
- C. Çözelti halinde asit, baz ya da nötr tepkime göstermelerine göre
 - 1. Asidik amino asitler
 - 2. Bazik amino asitler
 - 3. Nötral amino asitler
- D. Amino asitlerin yan zincirinin kimyasal özelliklerine göre
 - 1. Apolar yan zinciri olanlar
 - 2. Yüksüz polar yan zinciri olanlar
 - 3. Yüklü polar yan zinciri olanlar

Asidik Amino Asitler: Asidik amino asitler denilmesinin nedeni yapılarında birden çok karboksil grubu bulundurmalarıdır. pH 5.5'te net yükleri negatiftir (-) ve bu sebeple anoda (+ elektrot) doğru hareket ederler.

Bazik Amino Asitler: Birden çok azot (amino) grubu vardır. pH 5.5'te net elektrik yükleri pozitifdir (+) ve katoda doğru hareket ederler.

Nötr Amino Asitler: Yapılarında çoğunlukla mono amino ve mono karboksilik içerirler. pH 5.5'te net elektrik yükleri sıfırdır. Bu nedenle anoda veya katoda hareket etmezler.

1.2. Patates – Azot İlişkisi

Birim alanda patatesten daha fazla ve istenilen kalitede ürün elde etmek için, özel üretim tekniklerinden yararlanmak gerekir. Yüksek kaliteli çeşitler kullanmanın yanı sıra gübreleme ve uygun gübre tipinin seçilmesi de büyük bir öneme sahiptir.

Patates topraktan çok fazla azot emen bitkilerdendir. Bu bitkiler özellikle yumru oluşumu ve gelişmesinde önemli rol oynar. Çalışmalarda yumrulardaki azot alımının olgunluğa kadar devam ettiği rapor edilmiştir.

Azot, fosfor ve potasyum uygulaması yumru kalitesine olumlu etki yaptığı gibi patates verimini de arttırır. Gübreler, özellikle azot içerenler, bitkilerin hızlı ve aktif gelişimi ile yumruların verimi üzerinde çok olumlu etkiye sahiptir. Hatta nitrojen uygulamasının protein içeriğini ve sindirilebilirliği arttırdığı, fazla nitrojenin ise kuru madde birikimini önlediği, dolayısıyla nişasta içeriğini azalttığı, indirgen şeker miktarını arttırdığı ve yumru içeriğini arttırdığı, ikincil büyümeyi desteklediği görülmüştür. Erken hasat sırasında depolama direncini azaltır ve yumru oluşumunu geciktirir [8].

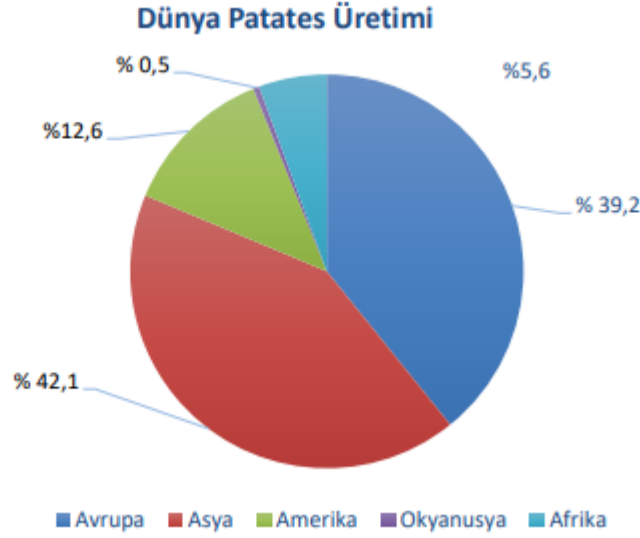
Patates bitkisi potasyumdan sonra en fazla azota ihtiyaç duyar. Bu nedenle her yıl genellikle toprak, iklim ve gübre özelliklerine bağlı olarak diğer besin elementlerine göre daha çok azot uygulanmaktadır.

1.2.1. Patates

Patates, dünya genelinde gitgide artan açlık problemine yanıt olabilecek en önemli kültür bitkilerindendir. Birim alanda yüksek kuru madde üretimi sağlaması yanında, kuru maddeyi oluşturan bileşiklerin dengeli dağılımı, kullanım ve etkinlik değerinin yüksek olması gibi özellikleriyle doğanın insanlığa bir armağanı olan patates, binlerce yıldır insanlar için dengeli ve sağlıklı bir besin kaynağı olmuştur [8].

Patates bitkisi (*Solanum tuberosum* L.), Solanaceae familyasına aittir. Patates, And Dağlarında yabani türler olarak belirmiş ve oradan Güney Amerika' ya yayılarak yetiştirilen yıllık bir bitkidir [9]. Patatesin Türkiye'ye hangi tarihte ve nereden getirildiği konusunda değişik görüşler bulunmaktadır. Kesin olmamakla birlikte, patatesin ülkemize Rusya ve Kafkaslar üzerinden getirilip Doğu ve Karadeniz bölgelerinin yayla ikliminde yetiştirilmeye başlandığı bilinmektedir (İlisulu 1986). Günümüzde neredeyse dünyanın her yerinde yetiştirilebilen patates, kuzeyde en soğuk bölge ve güneyde en sıcak bölge arasında kalan geniş bir yetiştirme alanına sahiptir [8].

Patates; mısır, pirinç ve buğdaydan sonra en çok üretilen dördüncü üründür. Günümüzde, Asya kıtası patates üretiminde ilk sıradadır. Patates üretiminin dünya ülkelerine dağılışı Şekil 1 de gösterilmiştir [9].



Şekil 1.3: Patates üretiminin dünya ülkelerine dağılışı

1.2.2. Patates Yumrusunun Kimyasal Bileşimi ve Besleme Değeri

Patates yumruları ortalama % 15-25 kuru madde içerir. Farklı kullanım şekilleriyle en önemli bitkisel kaynaklardan biri olup, özellikle karbonhidratlar (nişasta), protein, vitaminler (C, B1, B3, B6, K, folate, pantothenik asit) ve mineraller (K, Mn, Mg, Fe, Cu, P) açısından oldukça zengindir [8]. Protein düzeyi toplam azotun 6.25 katı kadardır. Serbest amino asitler ise 100 g patateste 12-13 mg civarındadır [10]. Yapılan bir çalışmada Peksa ve arkadaşları [11] altı çeşit patates örneğinde 23 serbest amino asidini tayin etmişlerdir.

Tablo 1. Patates Yumrusunun Kimyasal Bileşimi (100 g) [12]

Yumrudaki Maddeler	Değerler	Değişim Sınırları
Su	75.20 g	69.90 – 80.31 g
Kuru madde	24.80 g	19.69 – 30.10 g
Nişasta	17.73 g	10.96 – 22.13 g
Azotsuz Öz Madde (nişasta hariç)	3.30 g	2.10 – 4.80 g
Protein	1.67 g	1.26 – 2.41 g
Toplam Azot= Protein/6.25	267 mg	200-386 mg
Ham kül	1.11 g	0.61 – 1.69 g
Ham selüloz	0.80 g	0.60 – 0.90 g
Ham yağ	0.15 g	0.12 – 0.24 g
Potasyum (K)	500 mg	-
Kalsiyum (Ca)	15 mg	-
Demir (Fe)	1 mg	-
Fosfor (P)	50 mg	-
A vitamini	0.01 mg	-
B vitamini	0.1 mg	-
C vitamini	25 mg	-
Riboflavin	0.02 mg	-
Niasin	1.2 mg	-

Tablo 1 deki değerlere göre patates yumrusu yaklaşık %25 kuru madde ve % 75 su içermektedir. Kuru maddenin en önemli kısmını karbonhidratlar ve özellikle nişastanın oluşturduğu gözlenmektedir. Diğer karbonhidratlar çok azdır. Patates birinci derecede nişasta kaynağıdır ve göz ardı edilemeyecek kadar protein içermektedir. Bu proteinin içerdiği aminoasitler beslenme için son derece önemlidir [12].

100 g kabuklu haşlanmış patates bir yetişkinin günlük C ve B6 vitamini ihtiyaının %16'sını, potasyum ihtiyaının %15'ini, manganez ihtiyaının %11'ini ve protein ihtiyaının %5'ini karşılar. Öte yandan, yalnızca 93 kalorilik (389kJ) enerji alımına sahiptir ve çabuk doymanızı sağlar, bu da onu son derece besleyici bir diyet yemeği yapar [8].

Temel gıda maddelerinden biri olan patates, mutfaklarda yemek olarak kullanıldığı gibi, değişik şekillerde işlenerek dondurulmuş patates, cips, pre, nişasta, alkol ve türevlerinin üretiminde de kullanılan endüstriyel bir hammaddedir. Ayrıca, ekmeklerin lezzetini artırmak ve bayatlamayı geciktirmek için ekmek ununa belli miktarda patates unu karıştırılmaktadır. Endüstride ve yemeklik olarak kullanılmayan patates yumruları hayvan yemi olarak kullanılmaktadır.

Yetiştirildiği bölgelerde, birim alanda elde edilen yüksek ürün miktarından dolayı üretici açısından önemli bir gelir kaynağıdır. Bu nedenle son yıllarda dünya patates üretiminde büyük artışlar olmuştur [13].

Tablo 2. Dünyadaki önemli patates üreticisi ülkeler (2017) [9]

Sıra	Ülkeler	Ekim alanı (ha)	Üretim (ton)
1.	Çin	5.815.140	99.122.420
2.	Hindistan	2.130.000	43.770.000
3.	Rusya	2.030.858	31.107.797
4.	Ukrayna	1.311.600	21.750.290
5.	ABD	407.810	19.990.950
6.	Almanya	242.500	10.772.100
7.	Bangladeş	475.699	9.474.099
8.	Polonya	311.620	8.872.445
9.	Fransa	175.225	6.834.680
10.	Hollanda	155.594	6.534.338
11.	Belarus	292.401	5.985.810
12.	İngiltere	139.000	5.373.000
13.	İran	161.771	5.164.891
14.	Mısır	184.592	5.029.022
15.	Cezayir	156.196	4.782.690
16.	Türkiye	144.706	4.750.000
17.	Kanada	141.157	4.620.000
18.	Peru	318.380	4.570.670
19.	Malawi	172.870	4.535.960

Türkiye’ de günümüzde ise patates dikim alanı 174 bin ha ve üretimi 4,8 milyon tondur. 1 da patates tarlasından ortalama 2771 kg patates verimi elde edilmektedir. Patates; Nevşehir, Niğde, İzmir, Bolu, Afyon, Trabzon, Konya, Erzurum ve Ordu illeri başta olmak üzere en fazla Orta Anadolu, Karadeniz ve Ege bölgelerinde yetiştirilir ise de hemen her bölgemizde üretimi yapılan bir üründür. Ülkemizin önemli patates üretim merkezi olan Erzurum’da patatesin dikim alanı 4601 ha, üretimi 65 942 ton ve dekar verimi 1447 kg’dır. Dekar başına verimde Erzurum, dünya ve Türkiye ortalamasının altında kalmaktadır [8].

1.3. Spektroskopi

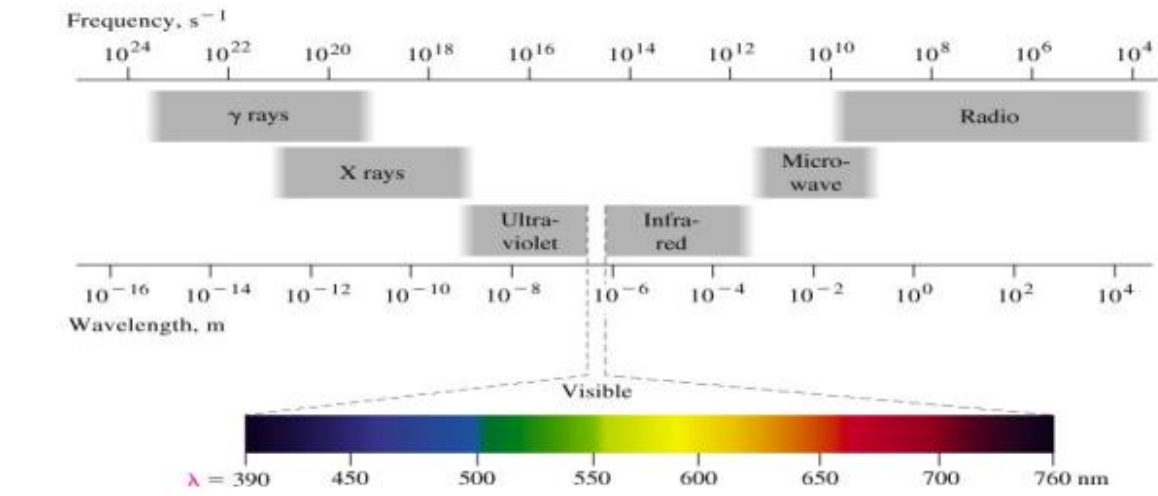
Spektroskopi, maddenin ışık veya elektromanyetik radyasyonla etkileşimini inceleyen bir bilim dalıdır. Bir numunedeki atomlar, moleküller veya iyonlar tarafından bir enerji seviyesinden diğerine geçiş sırasında emilen veya yayılan elektromanyetik radyasyonun ölçümü ve yorumlanmasına spektroskopi denir.

Spektroskopinin temeli, atomların, moleküllerin veya iyonların elektromanyetik radyasyonla etkileşiminden kaynaklanan dönme, titreşim ve elektronik enerji seviyeleri arasındaki geçişlere dayanır [14,15].

1.3.1. Elektromanyetik Işımanın (EMI) Genel Özellikleri

EMI veya elektromanyetik radyasyon (EMR) değişik formlarda bulunabilen ve uzayda çok büyük bir hızla hareket eden bir enerji türüdür. EMI da iki adet karakter mevcuttur. Bu karakterler, tanecik (foton) ve dalgadır. Tanecik ve dalga karakteri birbirini tamamlarlar.

Elektromanyetik spektrum, çok geniş bir dalga boyu ve frekans aralığını kapsamaktadır (Şekil 1.4) [14].



Şekil 1.4: Elektromanyetik spektrumun bölgeleri [14]

1.3.2. Elektromanyetik Işımanın Dalga Özelliği

Elektromanyetik radyasyonun dalga özellikleriyle açıklanan olaylar; Işın dalga boyu, ışın periyodu, ışın frekansı, ışın hızı, ışın sayısı, dalga örtüşmesi, ışın kırınımı, ışın kırılması ve yansıması, ışın saçılması ve ışın polarizasyonudur.

1.3.3. Elektromanyetik Işımanın Tanecik Özellikleri

Elektromanyetik radyasyonun parçacık özellikleriyle açıklanan olaylar; Fotoelektrik etki, kimyasal türlerin enerji durumları, ışın emisyonu, ışın soğurulması, gevşeme süreçleridir.

1.4. Işığın Absorplanması

Madde ve ışının birbirleriyle etkileşmesi sebebiyle oluşacak olaylarda ışının absorplanması en önemli kısımdır [16]. Değişik dalga boylarındaki ışınları içeren bir ışın, şeffaf bir ortamdan geçtiğinde bazı dalga boylarının kaybolduğu gözlemlenir. Bu olaya ışının absorplanması denir [14].

Belirli dalga boylarındaki ışınlar absorplandığında ışının enerjisi, bileşiklerin iyonlarına, atomlarına veya moleküllerine aktarılır. Bundan dolayı ışının enerjisini absorplayan

iyonları, atomları veya molekülleri harekete geçer. Harekete geçen atom ya da molekül 10^{-8} kadar hayatta kalabilir. Daha sonra bu pozisyondan eski haline geriye dönmesi absorpladığı ışın enerjisini geri vermesiyle gerçekleşir [14]. Maddeye verilen ışın enerjisinin geri alınması genellikle ısı şeklinde gerçekleşir. Bileşiğin ısısı oldukça az artarken titreşim enerjisinde artış gözlemlenir. Fotoluminesans olarak adlandırılan olay, bazı maddelerin absorplanan ışın enerjisini yüksek dalga boylu kısa süreli ışınlar halinde yaymasıdır. Enerjinin ışık olarak anlık verilmesine floresans, daha uzun zamanlı verilmesine de fosforesans denir.

Maddelerin temel haliyle uyarılmış halleri arasındaki fark her madde için farklıdır. Bu nedenle her maddenin kendine mahsus bir absorpsiyon spektrumu vardır. Bu spektrumlar atomik absorpsiyon ve moleküler absorpsiyon olarak iki şekildedir [16].

1.4.1 Atomik Absorpsiyon

Atomik absorpsiyon spektroskopisi, elektromanyetik radyasyonun sıcak, plazma halindeki element atomları tarafından emilmesine dayanır. Bir elementi atomik absorpsiyon spektroskopisi kullanarak analiz etmek için, elementin sırasıyla nötr hale gelmesi, ardından buhar haline gelmesi ve bir kaynaktan gelen elektromanyetik ışının yolunda dağılması gerekir. [17]

Atomik absorpsiyonda uyarılma, sadece bir veya birden çok elektronun daha yüksek bir enerji düzeyine yükseltildiği bir süreçle oluşur. UV ve görünür bölge ışığında sadece dış kabuktaki değerlik elektronlarının uyarılmasına sebep olabilecek yeterlikte enerji mevcuttur [14].

1.4.2. Moleküler Absorpsiyon

Moleküllerin uygun enerjideki fotonlarla etkileştiklerinde bu fotonları absorplayarak uyarılmış hale gelmeleri halidir. Moleküllerin absorpsiyon piklerinin yapısı atom spektrumlarına göre daha farklı ve karmaşıktır. Çünkü çoğunlukla bu moleküllerdeki enerji düzeylerinin sayısı, atomlara göre daha fazladır. Moleküllerin bant yapılarındaki enerjide üç tip geçiş vardır: [14,16]

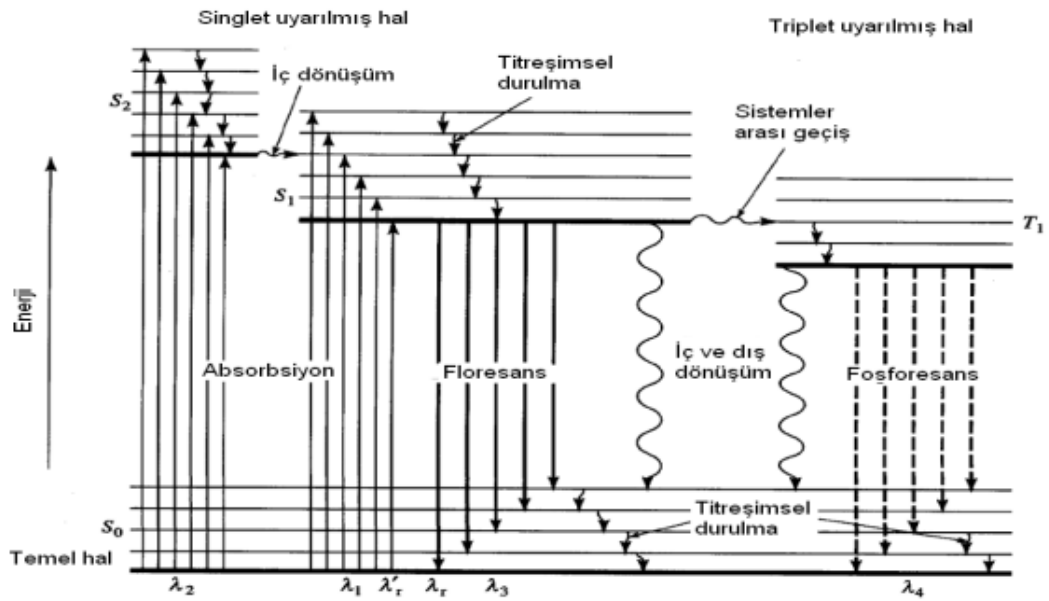
$$E = E_e + E_t + E_d \quad (1.1)$$

$E_{\text{elektronik}} (E_e)$: Molekülde bağ yapan elektronların enerji düzeylerinden kaynaklanan elektronik enerjidir (200-800 nm).

$E_{\text{titreşim}} (E_t)$: Moleküllerdeki atomlar arası bağ titreşimlerinin toplam enerjisidir (1000-15000 nm IR).

$E_{\text{dönme}} (E_d)$: Bir molekül içindeki çok sayıda dönme hallerinin oluşturduğu enerjidir (10000-100000 nm FIR ve Mikrodalga bölgesi).

Işın absorpsiyonu ile uyarılan atom ya da molekülün uyarılmış hali kısa sürelidir. Temel haline dönüşü ışımalı veya ışımasız geçişler şeklinde olur. İç dönüşümler, sistemler arası geçişler ve titreşimsel durulmalar ışımasız geçişler olup floresans ve fosforesans ise ışımalı geçişler olarak adlandırılır [16].



Şekil 1.5: Bir organik molekül için enerji seviyeleri diyagramı [14]

Molekülün değerlik elektronlarından birinin, bir foton enerjisini absorplayarak bir üst elektronik düzeye geçmesi o molekülün ultraviyole (UV) ve görünür bölge (VIS) alan pikleri olarak yorumlanabilir [16].

1.5. Lambert – Beer Kanunu

Beer Kanunu

1852 yılında Beer, belirli bir derinliğe sahip çözeltide ilerleyen ve absorplanan monokromatik ışın demetinin şiddetinin çözelti derişimine bağı olarak üstel ya da logaritmik bir fonksiyon olarak azaldığını ifade etmiştir [18].

$$I = I_0 e^{-bc} \quad (1.2)$$

$$\ln I = \ln I_0 - bc \quad (1.3)$$

$$I = I_0 10^{-ac} \quad (a = b/2,303) \quad (1.4)$$

$$\log I = \log I_0 - ac \quad (1.5)$$

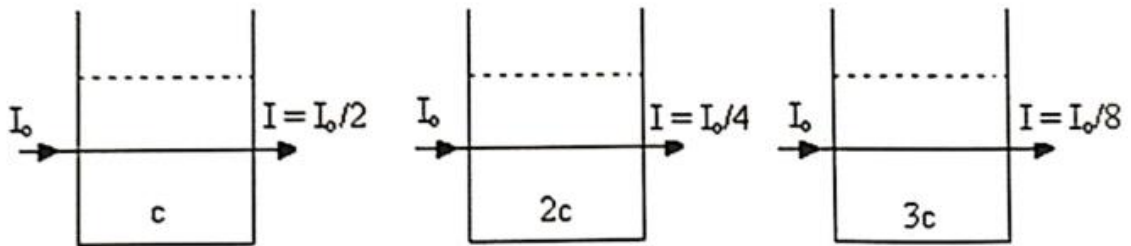
Formüllerdeki değerlerin açıklamaları:

I_0 Gelen ışının şiddeti

I Çözeltiden ayrılan ışının şiddeti

a Çözeltinin cinsine ve monokromatik ışının dalga boyuna bağı bir sabit

c Çözeltinin derişimi



Şekil 1.6: Beer Kanunu [16]

Lambert Kanunu

1760 yılında ortaya atılan Lambert Kanunda, bir çözeltiden geçen monokromatik bir ışının yoğunluğunun, ışının çözelti içinde izlediğı yolla logaritmik ya da üstel olarak azaldığı belirtilir.

$$I = I_0 e^{-bl} \quad (1.6)$$

$$\ln I = \ln I_0 - bl \quad (1.7)$$

$$I = I_0 10^{-al} \quad (a = b/2,303) \quad (1.8)$$

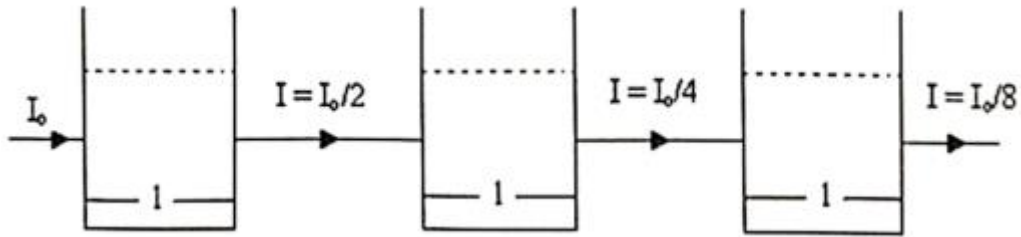
$$\log I = \log I_0 - al \quad (1.9)$$

I_0 Gelen ışın demetinin şiddeti

I Çözültiden ayrılan ışının şiddeti

l Çözelti içinde alınan yol (derinlik)

a sabit (çözeltiden geçen ışının dalga boyuna bağlı)



Şekil 1.7: Lambert Kanunu [16]

Lambert – Beer Kanunu

Açıklanan kanunlar birleştirildiğinde, bir çözeltide ilerleyen monokromatik ışının yoğunluğunun, çözelti boyunca kat edilen mesafeye ve konsantrasyonuna bağlı olarak üstel olarak azaldığı görülmüştür.

$$I = I_0 10^{-\epsilon l C} \quad (1.10)$$

Bu eşitlik Lambert-beer kanunudur.

I_0 Gelen ışının şiddeti

I Çözeltiden ayrılan ışının şiddeti

ϵ Çözeltinin molar absorpsiyon katsayısı

l Çözeltinin kalınlığı

C Çözeltinin derişimi

A Absorbans

(1.10) eşitliğinin eksi logaritması alındığında;

$$\log I_0/I = \epsilon l C \quad (1.11)$$

$\log I_0/I$ değerine absorbans denir. Çözeltinin absorplama kat sayısı (ϵ) çözeltinin derişimine ve ışının aldığı yola bağlı olarak değişebildiğinden sabitlemek gerekir. Bunun için; derişim, molarite ve ışın demetinin ilerlediği yolda birimler cm olarak alınmıştır. Bu nedenle bulunan ϵ (L/mol.cm) molar absorplamadır [16].

$$A = \epsilon l C \quad (1.12)$$

Üstteki denklem bu şekilde oluşur.

Analiz yapılırken I_0 ve I değerleri ayrı ayrı ölçülmez. İlgili dalga boylarındaki çözeltiler ve saf çözücüler aracılığıyla ışın yoğunlukları hesaplanır. Saf çözücünden geçen ışının şiddeti I_0 dır.

$$A = \log I_0/I = \log I_{(\text{çözücü})}/I_{(\text{çözelti})} \quad (1.13)$$

$$T = I/I_0 \quad (1.14)$$

$$A = \log I_0/I = \epsilon l C \quad (1.15)$$

$$A = -\log T \quad (1.16)$$

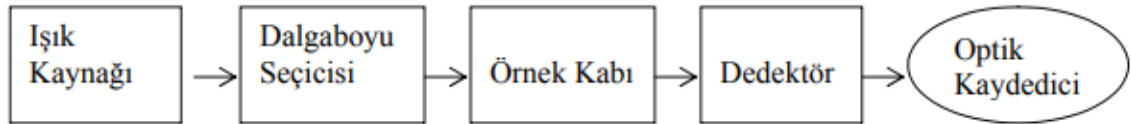
Burada T olarak belirtilen değer; bir ışının çözeltilerden geçen kısmının çözeltilere gelen kısmına oranıdır ve geçirgenlik (transmitans) olarak adlandırılır [16].

1.6. Uv Ve Görünür Bölge Absorpsiyon Spektrofotometreleri

Maddenin ışığı absorplamasını incelemek için kullanılan düzeneğe absorpsiyon spektrometresi ya da absorpsiyon spektrofotometresi denir. Spektrofotometrenin bileşenleri;

- Işın kaynağı

- Dalga boyu seçici (Monokromatör / Filtreler)
- Örnek kabı
- Dedektörler
- Optik kaydedici (Okuyucu) [18]



Şekil 1.8: Bir spektrofotometrenin temel bileşenleri

Ayrıca ana bileşenler dışında çift kanallı spektrofotometrelerde ışığı toplayan, odaklayan, yansıtan ve iki ışına bölerek sabit bir şiddette numuneye gönderen lensler, aynalar, ışık bölücüler, giriş ve çıkış yarıklaı bulunur. Numune, kullanılan dalga boyu aralığında ışığa karşı geçirgen olan bir malzemeden yapılmış bir numune kabına (küvet) konur [19].

1.6.1. Işın Kaynakları

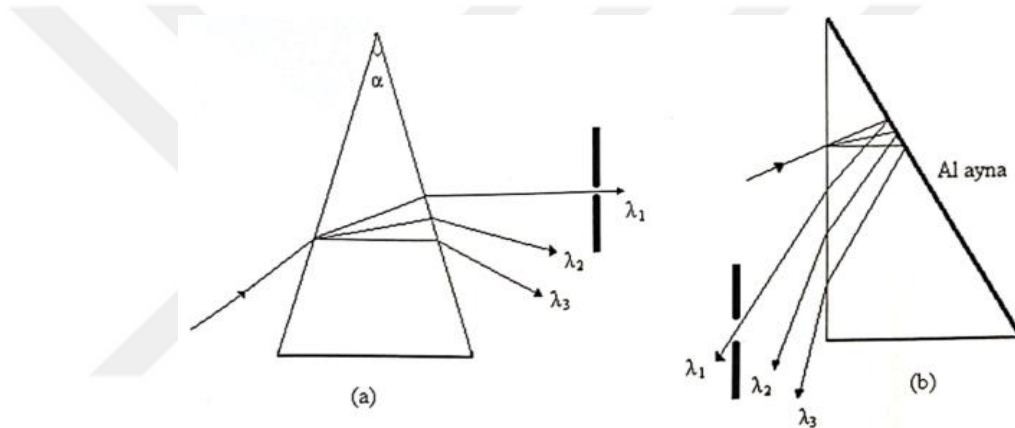
Moleküler absorpsiyon ölçümlerinde, geniş bir dalga boyu aralığında güçte ani değışikler olmayan sürekli bir ışın kaynağı kullanılır. Bunlar UV ve görünür bölgedeki döteryum (D_2), tungsten (W), hidrojen (H_2) ve ksenondur (Xe). Bir elektrik akımı ile ısıtılan tungsten tarafından yayılan ışık siyah cisim ışıınıdır ve 320-3000 nm aralığını kapsar. 3000 K de çalışan bir tungsten lambanın yaydığı enerjinin sadece % 15 i görünür bölgededir [18].

Ultraviyole bölgede en sık kullanılan lambalar, hidrojen ve döteryum deşarj lambalarıdır. Düşük basınçta (5 mm Hg) hidrojen ya da döteryum içermekte olan lambalarda yüksek gerilimle ilk ateşleme sonrası yaklaşık 40 voltluk doğru akımın uygulanması 180 ile 380 nm arasında ışık yayan bir deşarj oluşturur. Döteryum lambalarının yaydığı ışığın yoğunluğu hidrojen lambalarından daha yüksektir. Ancak döteryum lambaları daha uzun ömürlü olmasının yanı sıra daha pahalıdır [14].

Kuartz ışığı 180 – 420 nm aralığında iletir. Bu alandaki ışığı işleyebilmek için lamba penceresi, mercek, numune kabı duvarı ve dedektör giriş penceresi kuartzdan yapılmıştır. 320 – 700 nm aralığında ise, cam malzeme olması yeterlidir [19]

1.6.2. Dalga boyu seçiciler (Monokromatörler)

Absorbans ölçülürken, ışın kaynağından gelen polikromatik ışıktan tek bir dalga boyunda ışın seçilir ve örneğe gönderilir. Polikromatik ışıktan monokromatik ışın elde edilmesini sağlayan düzeneğe monokromatör denir. UV ve görünür bölgede monokromatör olarak prizmalar kullanılır.



Şekil 1.9: (a) Cornu ve (b) Littrow türü prizmalarla dalga boyu seçimi ($\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3$) [19]

Prizma dalga boyunun seçimi, değişik dalga boylarındaki ışığın prizmanın giriş ve çıkışında farklı sayılarda kırılması prensibine dayanmaktadır. Prizma, ışık kaynağına bağlı olarak döndürülür, farklı dalga boylarındaki ışık bir açıklıktan geçer ve malzeme ile etkileşime girer [14].

Polikromatik ışık, üzerinde birbirinden eşit uzaklıklarda ayrılmış ince aralıklar bulunan bir yüzeyle etkileşime girer. Bu yüzeyden yansıdıktan sonra ışık kırınıma uğrar. Bu tür parçalara geçirgen optik ağ ya da yansıtan optik ağ denir [19].

1.6.3. Örnek Kabı

Örnek kabı ya da hücrelerinin yapıldığı madde, çalışılan bölgelerde ışığı geçirmelidir. Soft ya da borosilikat cam, plastik ve kuartz küvetler kullanılır. Bu küvetlerin kullanım yerleri;

- Plastik küvetler → Sadece görünür bölgede (350 – 780 nm)
- Soft camlar → Asidik çözeltiler
- Borosilikat camlar → Kuvvetli alkali çözeltiler
- Cam küvetler → Görünür bölge ve yakın IR bölge (350 – 2000 nm)
- Kuartz küvetler → 280 - 420 nm arasında yer alan bölge

Uygulama yapılırken küvetlerin yüzeyi temiz olmalıdır. Çünkü yüzeydeki parmak izleri, yağ ve diğer kirlenici maddeler hücre geçirgenliğini büyük ölçüde bozar [14].

1.6.4. Dedektörler

Dedektör, bir ışık kaynağından gelen ışığın yoğunluğunu ölçmek ve ışığın soğurulup soğurulmadığını belirlemek için spektrofotometrede kullanılan bir bileşendir. Bir dedektörden istenen; ışığa karşı duyarlı olması, ışığın yoğunluğuyla doğru orantılı bir sinyal üretmesi, üzerine gelen ışığa yanıt veriyor olması (sinyal üretme zamanının kısa olması), kararlı olması ve üretilen elektriksel sinyalin yardımcı devreler tarafından güçlendirilebilmesidir. Ultraviyole ve görünür bölgede kullanılabilen dedektör türleri;

1. Fotovoltatik dedektör
2. Fototüpler
3. Foto çoğaltıcı tüpler

Bir fotovoltatik dedektörde, ışığı emerek iletim bandına çıkan elektronlar, ışık şiddeti ile orantılı bir akım üretir.

Fototüp dedektörlerde, alkali metal oksit filmden yapılmış bir fotokatot içerir. Fotokatotların üzerine düşen fotonlar, anotta toplanan ve elektrik akımına dönüştürülen elektronları bu yüzeyden uzaklaştırır.

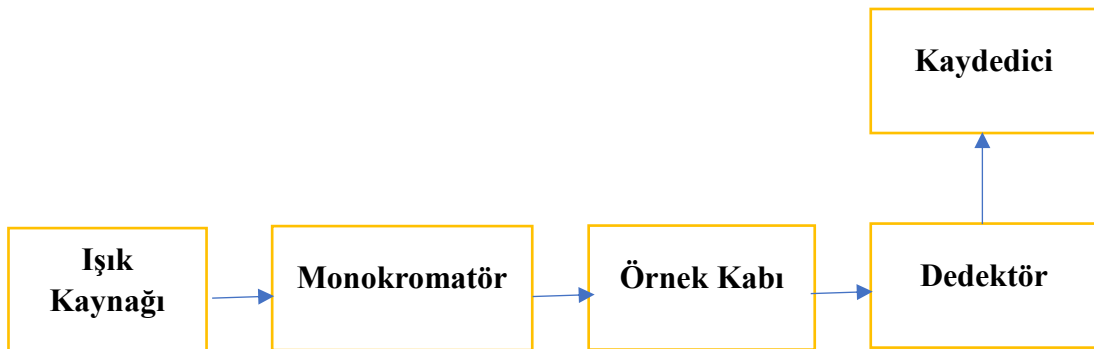
Fotoçoğaltıcı (PMT) tüplerde ise, foton bombardımanı yoluyla fotokatodun yüzeyinden yayılan elektronlar, bir elektrik alanında dinot adı verilen bir yüzeye doğru hızlandırılır. Dinoda çarpan her elektron, dinot yüzeyinden 3 ile 5 elektron daha uzaklaştırır. Bu sayede çok sayıda dinot (6-12 adet) üzerinde sayıları gitgide artan elektronlar en nihayetinde bir anotta toplanır ve elektrik akımına dönüştürülür [19]. Fototüpte tek bir foton başına bir elektron üretilirken PMT de ise 10^6 ila 10^{12} arasında elektron üretilir ve bu işlem bir tür elektronik amplifikasyondur.

1.7. Uv – Vıs Bölge Cihaz Çeşitleri

Fotometre ve spektrofotometre olarak ikiye başlıkta incelenirler;

- Fotometre, dalga boyunu seçmek için monokromatör yerine filtrelerin kullanıldığı cihazlardır.
- Spektrofotometre, UV bölgede yaklaşık 180 – 200 nm de başlar ve görünür bölgenin tamamını (800 nm civarı) tarayabilir. Monokromatör ya da ayırıcı elemanlara sahiptir ve dalga boyu taraması yapabilir. Spektrofotometre cihazları tek ışık yollu ve çift ışık yollu olmak üzere ikiye ayrılır [14].

1.7.1. Tek Işık Yollu Spektrofotometreler



Şekil 1.10: Tek ışın yollu spektrofotometrenin şematik yapısı

Absorbans ve % geçirgenliği okumak için yapılması gerekenler; öncelikle örnek küvetine kör çözelti konulur. Cihaz, ekipmana ve standart hücrelerine bağlı olarak sıfırlanır. Ardından küvete ölçümü yapılacak numune konulur ve ölçümler gerçekleştirilir [14].

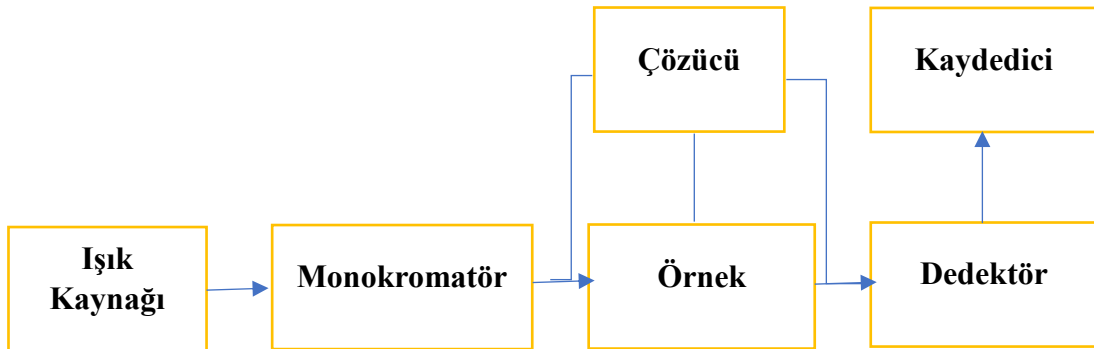
Örneğin % geçirgenlik değerinin ölçümler boyunca ışık şiddetinin değişmesini engellemek ve bu sebeple oluşacak hataların önüne geçmek için tek ışıklı cihazlarda kararlı bir gerilim kaynağına ihtiyaç vardır. En basit tek ışıklı cihazda;

- Kaynak olarak, batarya ya da kararlı bir güç kaynağı ile beslenen tungsten ya da halojen lamba
- Monokromatör olarak, renkli cam filtre
- Örnek koymak için numune kuvvetleri
- Dedektör olarak, fotovoltatik hücre
- Sinyal okumak için, küçük bir mikroampermetre

bulunur.

En kompleks tek ışıklı cihazlar, 200 ile 1000 nm ve daha fazla aralıkta çalışan bilgisayar kontrollü cihazlardır. Bu cihazlarda tungsten/döteryum lambaları, dikdörtgen prizması şeklinde ergimiş silika örnek kabı ya da kuartz kuvvetler ve ayarlanabilir slitlerde yüksek çözünürlüklü optik ağ monokromatörü mevcuttur. Dedektör olarak da fotoçoğaltıcı tüpler kullanılır [20].

1.7.2. Çift Işın Yollu Spektrofotometreler



Şekil 1.11: Çift ışın yollu spektrofotometrenin şematik yapısı

Böyle cihazlarda, monokromatörden çıkan ışık eşit yoğunlukta iki ışına bölünür. Biri numuneye, diğeri ise yalnızca çözücüyü içeren kaba gönderilir. Bu sayede numunenin geçirgenliği daimî olarak çözücünün geçirgenliğiyle karşılaştırılır.

Çoğu modern spektrofotometreler, çift ışınılıdır. Bu cihazda optik ayırıcı denilen V şeklinde bir aynanın ürettiği iki ışından biri, bir standart çözeltisinden geçer ve dedektöre ulaşır. İkinci ışın aynı anda örnek çözeltisinden geçer ve ikinci bir eşdeğer dedektöre ulaşır. İkinci dedektörün tepkisi güçlendirilir. Yanıt oranları elektronik olarak ölçülür ve okuyucuda görüntülenir. Manuel cihazlarda ölçüm iki basamaklıdır. Birinci basamakta ışın kesici ışığı keserken cihaz sıfıra ayarlanır. İkinci basamakta ışın yolu açılır ve geçirgenlik veya absorbans, okuma düzeneğinden doğrudan okunur [20].

Çift ışınlı cihazların ışık kaynağındaki dalgalanmaları giderebilme, kaçak ışınları ve saçılan ışınlardan gelen sapmaları azaltma ve yükselticideki kaymaların sonuçlara etkisini önleme gibi avantajları vardır [5]. Ayrıca dalga boyu ile ışık şiddetindeki değişimlerin etkisini de önlerler. Çift kanallı tasarım geçirgenlik ya da absorbans spektrumlarının sürekli kaydedilmesine uygundur. Bundan dolayı çift kanallılar sıklıkla kullanılır [20].

1.8. Lazerler

Lazer, dar bir spektral hat genişliğine sahiptir ve neredeyse en ideal monokromatik ışık kaynaklarıdır. Lazer kelimesinin anlamı “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation”, yani uyarılmış ışık emisyonu ile ışığın amplifikasyonu demektir. Yayımlanan ışık tutarlı (aynı fazda, koherent), paralel ve polarizedir [21].

Lazerler; gaz lazerler, katı hal lazerler, sıvı lazerler ve yarı iletken lazerler olarak dört gruba ayrılırlar [20,21].

1.8.1. Gaz Lazerler

Gaz lazerler için lazer maddesi olarak özellikle soygazlar uygundur. İlk olarak He-Ne, Ar ve Kr lazerleri geliştirildi. Daha sonra CO₂, HF ve N₂ gibi moleküllere yönelik lazerler de geliştirildi. Çalışma koşullarına ya da gaz türüne bağlı olarak farklı dalga boylarında geçişler meydana gelebilir. Gaz lazerler ile katı lazerler arasındaki en büyük fark, gaz lazerlerinin birden fazla uyarılma bandına sahip olmasıdır. He-Ne lazeri, sürekli lazer ışınması yapar. Çoğu lazerde olduğu gibi gaz lazerlerinin de optik pompalanması, tüpün içine yerleştirilen elektrotlar sayesinde elektriksel olarak yapılır. Optik pompalama verimini artırmak için bu gaz karışımında He kullanılır. He atomu uyarılmış bir enerji seviyesi haline gelir, uyarılma enerjisi Ne atomuna aktarılır ve Ne atomunun enerji seviyeleri arasında lazer ışınması meydana gelir.

1.8.2. Katı Hal Lazerler

Katı lazerlerin oluşumu, bir cam ya da kristalin lazer aktif iyonlarla stökiyometrik olarak katkılandırılması ile olur. Katı hal lazerleri optik pompalama ile çalışır. İlk katı hal lazeri Ruby lazer ışınıdır. Ruby çubuğu çevreleyen spiral şeklindeki bir ksenon flaş lambasından gelen ışık kullanılarak krom iyonlarının E_1 seviyesinden E_3 soğurma bandına çıkarılmasıyla elde edilir. Bu elektronlar kendi kendilerine ve ışık olmadan E_2 yarı kararlı enerji seviyesine ulaşırlar. E_1 temel düzeyine dönerken bu elektronik enerji seviyeleri arasındaki farkın ifade ettiği 694 nm dalga boyudur ve lazer ışımının rengi kırmızıdır.

1.8.3. Sıvı Lazerler

1963’ de gerçekleştirilen ilk sıvı lazerlerin hepsinde şelatlar kullanılmıştır. Orijinal sıvı lazer, 613.1 nm’de yayınım yapan europium benzoil asetonatın alkollü bir çözeltisidir. Lazer ışığını yayan madde floresans özelliğine sahip organik bir boyar madde molekülü ise, boyar madde lazeri denir. Boyar madde moleküllerinin yaydığı lazer ışması, molekülün floresans spektrumundaki gibi bir bant şeklindedir. Lazer ışımının dalga boyu, bu tarz lazerlerle belli bir aralıkta değiştirilmesine olanak tanır. Bu amaçla, lazer tüpünün bir tarafına yarı saydam bir ayna yerine, bir optik ağ yerleştirilir. Bu sayede boyar maddenin yaydığı emisyon bandından lazer ışınımı olarak istenilen dalga boyunda fotonlar elde edilebilmektedir. Boyar madde lazerleri ile türlü boyar maddeler kullanıldığında, ultraviyole ve görünür bölgede neredeyse her dalga boyunda lazer ışması elde etmek mümkündür.

1.8.4. Yarıiletken Lazerler

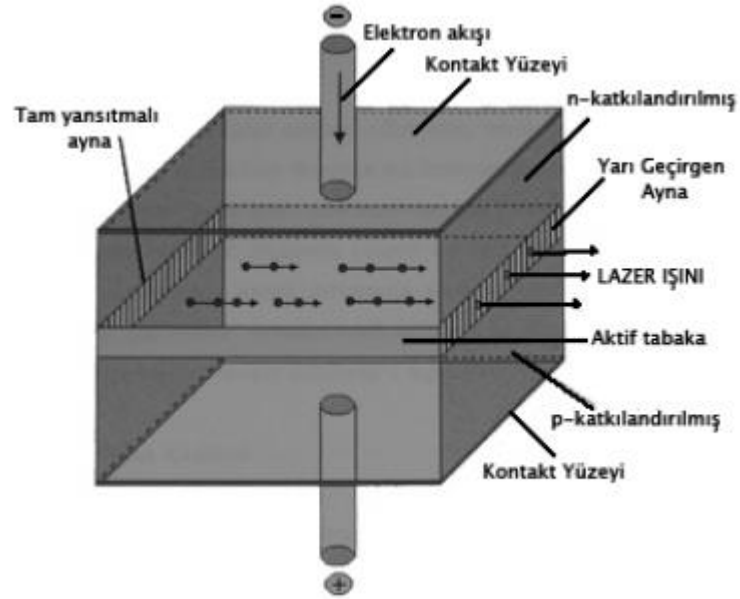
Yarı iletken lazerler, ışık yayan diyottan (LED) hemen sonra keşfedilmiştir ve eklem diyot lazer olarak bilinir. Şimdiye kadar VIS ve IR bölgelerinde çalışan yarı iletken lazer diyotlar ticari olarak üretilmiş olup, çeşitli yapılara yönelik araştırmalar devam etmektedir. Hala VIS bölgede çalışanlar GaAlAs yapılarına sahiptir ve mavi ile yakın kızıl ötesi (NIR) aralığını kapsamaktadır. Bu tip lazerler normal koşullar altında çalışabilmektedir. Ancak çok düşük sıcaklıklarda puls modunda lazer ışığı emisyonunu başlatmak için gereken eşik akımına ulaşma yeteneği araştırmayı sınırlamaktadır. Yarıiletken lazerler hemen hemen 1 mm³ boyutunda bir p-n yarı iletken kristal katmanından oluşmaktadır.

1.9. Diyotlar

P ve n tipi yarıiletkenin bir araya getirilmesi ile diyot oluşur. Bu birleşim yerine ise p-n eklemi adı verilir. P tipi yarıiletken, Si ve Ge gibi öziletken olan IV-A grubu elementlerine III-A grubu elementlerinin (Ga, In, Al) katkılanması ile elde edilir. Burada elektrik akımının taşınımı genellikle oyuklar (holes) tarafından yapılır ve bunlara çoğunluk taşıyıcıları (majority carries) adı verilir. N-tipi yarıiletken malzemelerde (P, As, Sb) gibi 5. gruptaki elementler ortama aşılır ve taşınım elektronlar tarafından yapılır. P-n ekleminin en önemli özelliği doğrultma işlevidir. Başka bir deyişle akım geçişi diyotta tek yönde akar, diyotlar alternatif akımı (AC)i doğru akıma (DC) dönüştürmek için kullanılırlar [20].

1.9.1. Lazer Diyotların Yapısı ve Çalışma İlkesi

Işık yayını yapan yarıiletkenler üzerinde yapılan araştırmalarda, akım enjeksiyonunun uyarımı yükselttiği ve ışık yayını da güçlendirildiği görülmüştür. Bu güçlendirmenin elde edilmesi, yarıiletkenin uçlarına konulan paralel aynalar ya da cilalı yüzeyler tarafından oluşturulan Fabry-Perot oyuğu içinde, ışığın aynı ortamda daimî bir şekilde yansıtılması sonucunda olur. Bu olayı, rezonansa gelen sistemden koherent ışık yani lazer ışını çıkışı takip eder. Yarıiletken diyotta n-katmanından gelen elektronlar ile p-katmanından yayılan oyuklar p-n eklem bölgesinde bir araya gelirler. Akımın genelini bu elektronlar taşır ve fazla olan enerji foton olarak yayılır. Lazer ışımının gerçekleştiği p-n eklemi, düzlem tabaka şeklinde olup kalınlığı 0,2 mikrometredir (μm). Lazer diyotun en önemli parametreleri, aktif bölgenin genişliği ve uzunluğudur. Bu parametrelerin oranı elemanın verimliliğini etkiler. Genişlik, farklı ışın türlerinin sayısını ve gerekliyse fiberin çapını belirler [21].



Şekil 1.12: Lazer diyotun yapısı

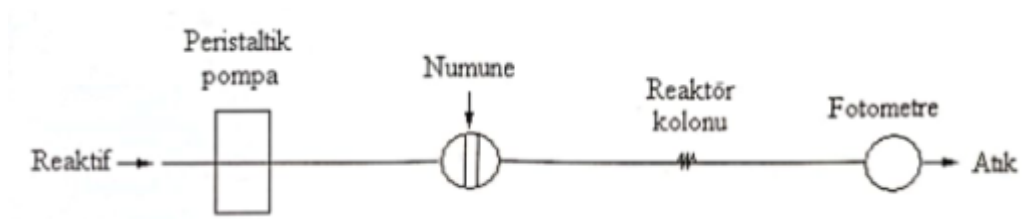
1.10. Akış Enjeksiyon Analizi

Akış enjeksiyon yöntemlerinin mevcut kullanım hali, 1975 yılında Ruzicka ve Hansen tarafından gerçekleştirilmiştir [17].

Akış enjeksiyon analiz sistemi, hızlı olmaları, daha çok tekrarlanabilir sonuç veriyor olmaları ve maliyetleri azaltması nedeniyle son zamanlarda oldukça kullanılan bir yöntemdir [19].

1.10.1. Akış Enjeksiyon Cihazının Temel Bileşenleri

Akış enjeksiyon cihazlarını oluşturan bileşenler; akışı sağlayan sistem, örnek enjeksiyon ünitesi, reaktör kolonu ve dedektördür. Bu, akış hızı ve akış süresi gibi bir çözelti için gerekli parametreleri belirleyen ve örnekleri analiz etmek için çeşitli fotometrelere bağlayan bir cihazdır [17].



Şekil 1.13: Akış enjeksiyon sisteminin temel düzeneğine ait akış diyagramı

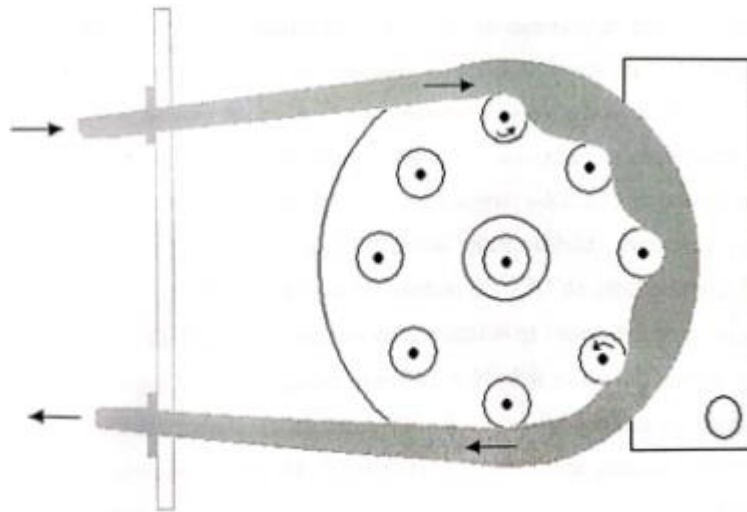
Şekil 1.11’ de görüldüğü üzere reaktifler peristaltik pompa ile çekilip örnek ile karıştırılarak fotometreye gönderilir ve fotometrede sonuçlar okunur [19].

Akış sağlayan sistemler: Akış enjeksiyon sisteminde, akışkanların ilerlemesi için gravitasyon, basınçlı gaz, elektroozmotik basınç, çeşitli pompalar ve peristaltik pompa gibi düzenekler kullanılabilir.

Akış enjeksiyon analizlerinde çözelti çoğunlukla peristaltik pompa kullanılarak taşınır ve borularda ilerler. Çözelti türlerine göre farklı borular kullanılabilir. Polivinil klorür (PVC) Tygon borular, aşındırıcı çözeltilerde; silikon borular ise, hem asitler hem de organik çözücülerde kullanılır [17].

Örnek enjeksiyon ünitesi: Akış enjeksiyon sistemlerinde örnek enjeksiyon ünitesi, örneğin tekrarlanabilir bir şekilde ve hacimde, akış hızı değişmeden sisteme girmesini sağlar. Örneğin ilerleyen sisteme girmesinde iki yaklaşım vardır; sabit hacim ve sabit zaman. Bugünlerde en yaygın kullanılan enjeksiyonlar sabit hacimde olanlardır. Pompaların ve vanaların bir zamanlayıcı yardımıyla kontrol edildiği sistemler ise sabit zamanlı enjeksiyon vanalarıdır. Farklı türlerde enjeksiyon vanaları olmasına karşın en çok kullanılanlar 6 geçişli döner vanalardır.

Reaktif ve numune taşıma sistemleri: Çoğunlukla akışkan, bir peristaltik pompa vasıtasıyla silikon flexible borular içerisinde sıkıştırılarak taşınır. Burada amaç, iki veya daha fazla reaktifin verimli bir şekilde karışmasını sağlamaktır.



Şekil 1.14: Bir kanallı peristaltik pompa

Bu sistemde yaylı bir mil, iki ya da daha fazla sayıda dönen silindir (sürekli akış sağlamak için) ile boru sıkıştırılır. Modern pompalarda genel olarak 8-10 adet silindir mevcuttur. Akış hızı, motor ve boru iç çapına göre 30 rpm'nin üzerine ayarlanmaktadır [19].

Dedektörler: Akış enjeksiyon analizinin önemli bir avantajı, özel dedektör sistemi ile kısıtlı olmamasıdır. FIA sistemlerinde kullanılan dedektörler; kütle spektrometreleri, elektrokimyasal dedektörler, optik dedektörler (UV-VIS moleküler absorpsiyon, IR absorpsiyon, atomik teknikler, optik rotasyon, lüminesans) gibi çeşitlilik gösterir [17].



2. BÖLÜM

GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Kullanılan Cihazlar

2.1.1. Lazer Spektrofotometre



Şekil 2.1: Lazer spektrometre ve peristaltik pompa

Bu çalışmada, Jenway marka spektrofotometre ve cam küvet kullanılmıştır. Çalışılan cihazın dalga boyu 340-710 nm arasındadır. Cihazın orijinal sürekli ışın kaynağı olan “Halojen Lamba” sökülmüş ve yerine ideal monokromatik ışık kaynağı olan 655 nm Lazer Diyotlu ışık kaynağı yerleştirilmiştir. Ölçümlerin tamamı bu dalgaboyunda absorpsiyon modunda yapılmıştır.

2.1.2. Akış Enjeksiyon Sistemi

Peristaltik pompa olarak Rainin Dynamax marka cihaz kullanılmıştır. Optimum hızı bulmak için gerekli taramalar yapılmıştır ve 8 rpm uygun olarak seçilmiştir.

2.1.3. pH metre

Hazırlanan çözelti pH ölçümlerinin gerçekleştirilmesinde, markası MRC PL-600 olan bir pH metre kullanılmıştır. Yapılan denemelerin ardından optimum pH değeri 6 olarak belirlenmiştir.

2.2. Kullanılan Reaktifler

Kullanılan tüm çözeltilerin hazırlanmasında deiyonize saf su ve aşağıdaki reaktifler kullanılmıştır.

4000 ppm Bakır Reaktifi $[\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}]$: 1,5208 g $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ saf su ile 100 mL ye tamamlanmıştır.

100 ppm Glutamin: 0,01 g glutamin saf su ile 100 mL ye tamamlanmıştır.

0,05 M Sodyum Tetra Borat: 3,0918 g $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ üzerine 25 mL 1,0 N NaOH eklenerek saf su ile 250 mL ye tamamlanmıştır.

0,1 M Sodyum Sitrat Çözeltisi: 10,507 g sitrik asit, 100 mL 1 N NaOH saf su ile 500 mL ye tamamlanmıştır.

1 N NaOH Çözeltisi: 4,082 g NaOH saf su ile 100 mL ye tamamlanmıştır.

0,1 N NaOH Çözeltisi: 4,08 g NaOH saf su ile 1 L ye tamamlanmıştır.

0,1 N HCl Çözeltisi: 8,1 mL derişik HCl saf su ile 1 L ye tamamlanmıştır.

0,1 N Asetik Asit Çözeltisi: 3,0025 mL asetik asit saf su ile 500 mL ye tamamlanmıştır.

Tampon çözeltiler:

pH 2 tamponu: 30,6 mL 0,1 M sodyum sitrat üzerine 69,4 mL 0,1 N HCl ilave edilmiştir.

pH 3 tamponu: 40,3 mL 0,1 M sodyum sitrat üzerine 59,7 mL 0,1 N HCl ilave edilmiştir.

pH 4 tamponu: 56 mL 0,1 M sodyum sitrat üzerine 44 mL 0,1 N HCl ilave edilmiştir.

pH 5 tamponu: 3,6 mL 0,1 N NaOH üzerine 96,4 mL 0,1 M sodyum sitrat edilmiştir.

pH 6 tamponu: 38 ml asetik asit üzerine 38,1 ml NaOH eklenerek tamponlandı ve saf su ile 100 ml' ye tamamlanmıştır.

pH 7 tamponu: 46,5 mL 0,1 N asetik asit üzerine 53,5 mL 0,1 N NaOH ilave edilmiştir.

pH 8 tamponu: 55,85 mL 0,05 M sodyum tetra borat üzerine 44,15 mL 0,1 N HCl ilave edilmiştir.

pH 9 tamponu: 85,6 mL 0,05 M sodyum tetra borat üzerine 14,4 mL 0,1 N HCl ilave edilmiştir.

pH 10 tamponu: 59 mL 0,05 M sodyum tetra borat üzerine 41 mL 0,1 N NaOH ilave edilmiştir.

2.3. Örneklerin Hazırlanması

Farklı bölgelerden alınan patateslerin katı meyve sıkacağından geçirilmiştir ve posası ayrılarak suyu çıkarılmıştır. Santrifüj cihazında 9000 rpm de 15 dk santrifüjlenmiştir.

2.4. Yöntem

İlk olarak 2000 ppm olarak hazırlanan $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ çözeltisi pH 6 da tamponlanmıştır. Hazırlanan bakır çözeltisi, pH 6 tamponu ve örnek aynı anda yerleştirilerek cihaz başlatılmıştır. Bakır çözeltisi, tampon kolonu ile birleştirildi ve örnek kolonuna beslenmiştir. Daha sonra spektrofotometreden 655 nm' de absorbans değeri okunup kaydedilmiştir.

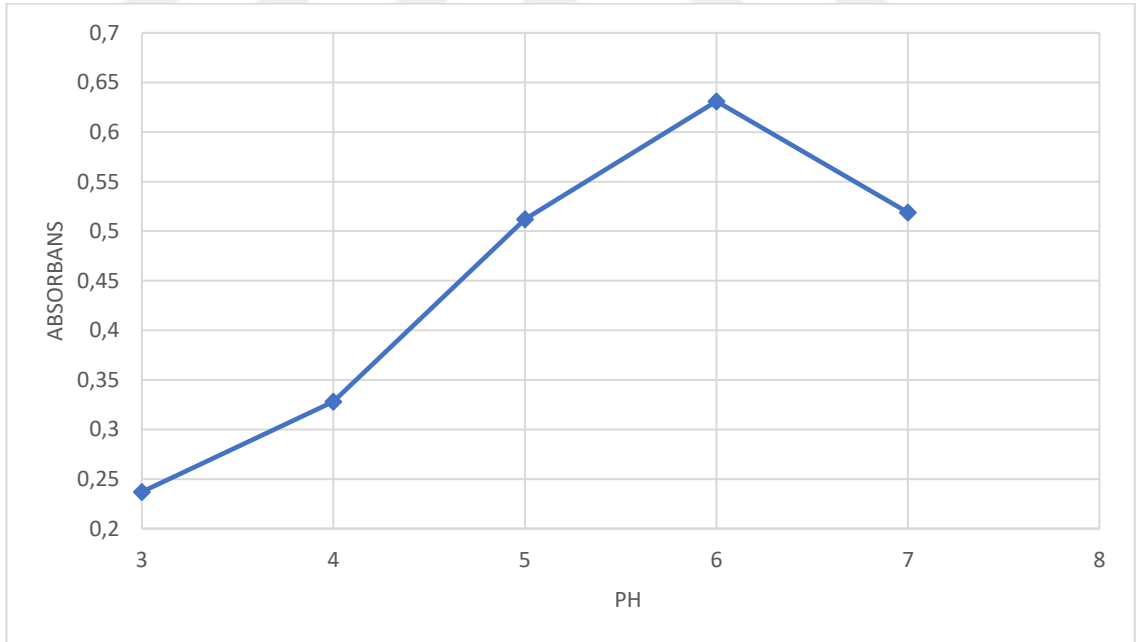
Bu işlem her bir örnek için tekrar edilmiştir. Her ölçümden sonra kolonlardan saf su geçirilip temizlenerek cihaz yeni ölçüme hazır hale getirilmiştir.

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. pH Değerinin Absorbansa Etkisi

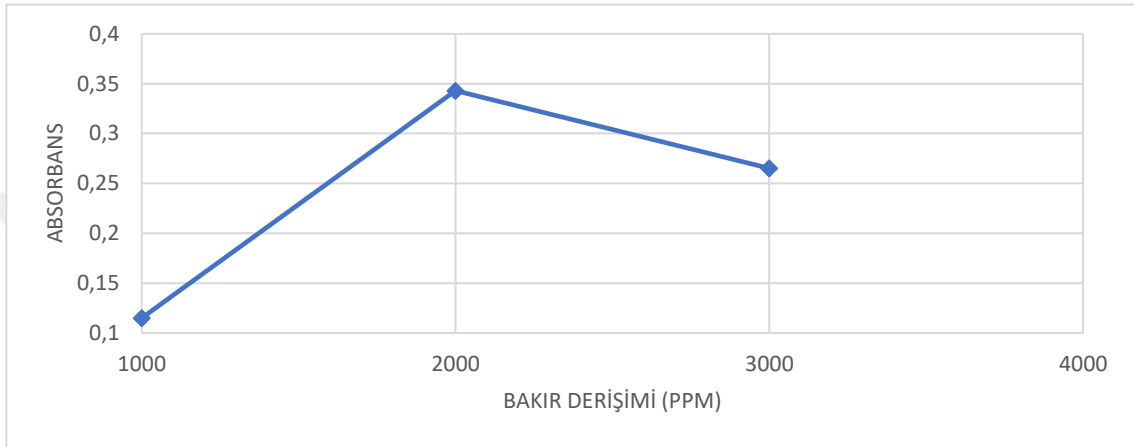
pH değerinin absorbans değerine etkisini gözlemlemek için ortama, 2000 ppm olarak hazırlanan bakır çözeltisi, 100 ppm glutamin çözeltisi eklenerek farklı pH larda absorbans değerleri 655 nm’ de ölçülmüştür. Daha sonra grafiğe geçirilmiştir. Şekil 3.1’ de görüldüğü gibi en yüksek absorbans değeri pH = 6’ da alınmıştır. Bu nedenle optimum pH, 6 olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.1: pH – Absorbans grafiği

3.2. Bakır Derişiminin Absorbansa Etkisi

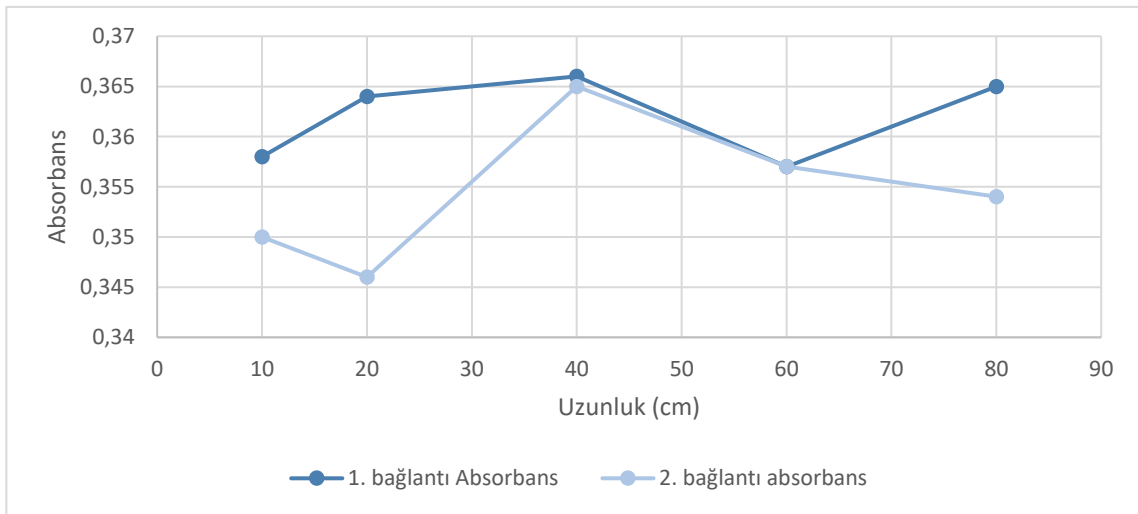
Bakır derişiminin absorbansa olan etkisini gözlemlemek için, ortama pH 6 tamponu, 100 ppm glutamin çözeltisi, farklı derişimlerde bakır çözeltisi eklenerek ölçülmüştür ve grafiğe geçirilmiştir. En yüksek absorbans değeri 2000 ppm alındığı için optimum derişim 2000 ppm olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.2: [Cu (NO₃)₂ .3H₂O] – Absorbans grafiği

3.3. Tubing Uzunluğunun Absorbansa Etkisi

Kullanılan tubingler farklı boyutlarda ayarlanmıştır. pH 6 tamponu, 100 ppm glutamin çözeltisi, 2000 ppm bakır çözeltisi ortama eklenerek iki bağlantı noktası için ayrı ayrı ölçüm yapılmıştır ve grafiğe geçirilmiştir. Optimum uzunluk 40 cm olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.3: Uzunluk (cm) – Absorbans grafiği

3.4. Akış Hızının Absorbansa Etkisi

Hazırlanan 2000 ppm bakır çözeltisi, pH 6 tamponu, 100 ppm glutamin çözeltisi ile farklı akış hızlarında çalışılmıştır.

Tablo 3. Akış hızının absorbansa etkisi

Akış Hızı	Absorbans 1	Absorbans 2
2 rpm	0,387	0,385
4 rpm	0,386	0,387
6 rpm	0,381	0,378
8 rpm	0,387	0,387
10 rpm	0,387	0,389
12 rpm	0,388	0,387
14 rpm	0,388	0,386
16 rpm	0,387	0,389
18 rpm	0,382	0,384

Tablo 3' de görüldüğü gibi 8 rpm akış hızındaki ölçümlerden daha kararlı absorbans değerleri elde edilmiştir.

3.5. Yöntemin Örneklerle Uygulanması

3.5.1. Patateslerin Analize Hazırlanması ve Çalışmalar

Analizi yapılacak olan patateslerin kabukları soyuldu ve rendelendi. Ardından suyu sıkılarak posasından ayrıldı. Bir santrifüj cihazında 9000 rpm de 15 dakika santrifüjlendi.

Tablo 4. Çalışma A

	Cu	Su	Patates	Absorbans
1)	1 ml	2 ml	1 ml	0,880
2)	1,5 ml	1,5 ml	1 ml	1,259
3)	2 ml	1 ml	1 ml	1,587
4)	2,5 ml	0,5 ml	1 ml	1,902
Kör)	-	3 ml	1 ml	0,181

Tablo 5. Çalışma B

	Cu	Su	Patates	Absorbans
1)	1 ml	2,5 ml	0,5 ml	0,765
2)	1,5 ml	2 ml	0,5 ml	1,174
3)	2 ml	1,5 ml	0,5 ml	1,441
4)	2,5 ml	1 ml	0,5 ml	1,718
5)	3 ml	0,5 ml	0,5 ml	-OR
Kör)	-	3,5 ml	0,5 ml	0,092

Çalışma A ve Çalışma B’ de patates suyu miktarının absorbans değerine etkisi çalışıldı. Bu çalışma için sırasıyla 1 ml ve 0,5 ml patates suyu kullanıldı.

Tablo 6. Çalışma C

	Cu	Su	Patates	Absorbans
1)	1 ml	1,5 ml	1,5 ml	0,918
2)	1 ml	2 ml	1 ml	0,874
3)	1 ml	2,5 ml	0,5 ml	0,765
4)	1 ml	3 ml	0,25 ml	0,642
Kör)	1 ml	3 ml	-	0,333

A, B ve C çalışmalarında görüldüğü gibi patates miktarı azaldıkça absorbans değerlerinde de azalma gözlenmiştir.

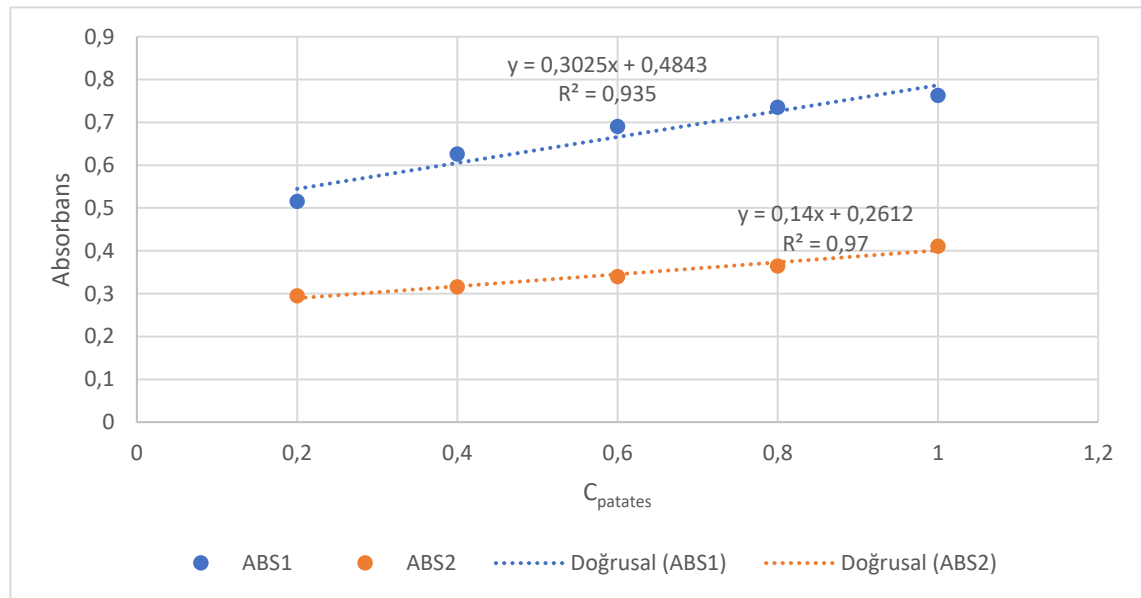
3.5.1.1. Patates ve Bakır Miktarının Absorbansa Etkisi

Tablo 7. Çalışma X

	Cu	Su	Patates	A_{Cu+su} (ABS 2)	$A_{patates}$ (ABS 1)
1)	1 ml	3 ml	-	0,289	-
2)	1 ml	2,8 ml	0,2 ml	0,295	0,515
3)	1 ml	2,6 ml	0,4 ml	0,316	0,626
4)	1 ml	2,4 ml	0,6 ml	0,340	0,690
5)	1 ml	2,2 ml	0,8 ml	0,364	0,735
6)	1 ml	2 ml	1 ml	0,411	0,763

A_{Cu+su} : Cam küvette sadece bakır ve su eklenerek ölçülen absorbans değeri

$A_{patates}$: Cam küvette bakır, su ve patates eklenerek ölçülen absorbans değeri



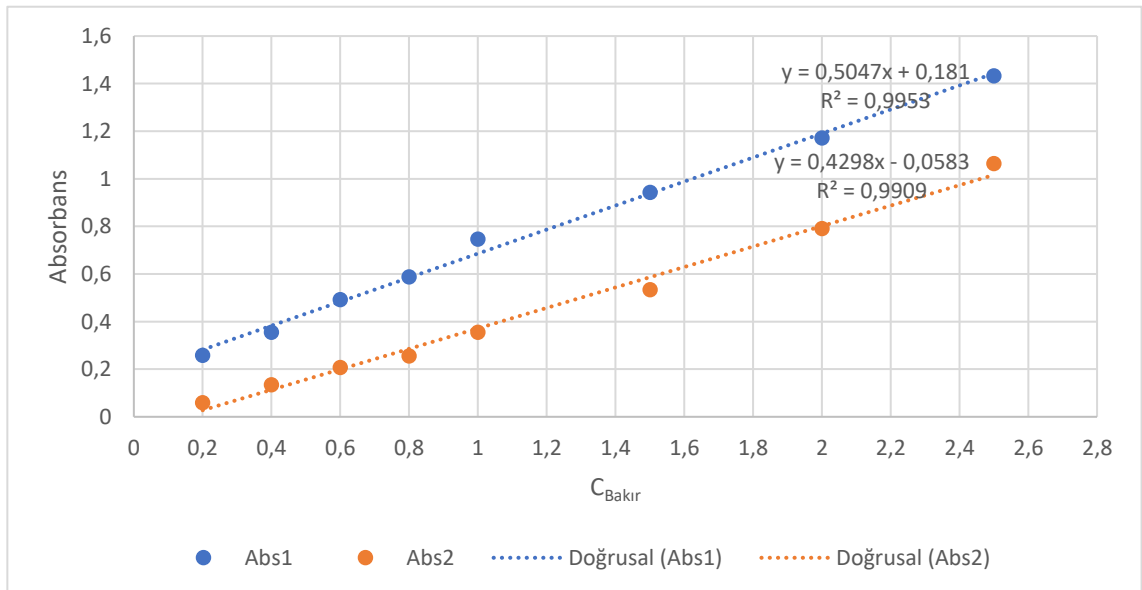
Şekil 3.4: Patates miktarının absorbansa etkisi

Tablo 8. Çalışma Y

	Cu	Su	Patates	A _{Cu+su} Abs2	A _{Patates} Abs1
Kör)	-	3,5 ml	0,5 ml	0,001	0,082
1)	0,2 ml	3,3 ml	0,5 ml	0,059	0,259
2)	0,4 ml	3,1 ml	0,5 ml	0,135	0,356
3)	0,6 ml	2,9 ml	0,5 ml	0,207	0,492
4)	0,8 ml	2,7 ml	0,5 ml	0,256	0,588
5)	1 ml	2,5 ml	0,5 ml	0,356	0,747
6)	1,5 ml	2 ml	0,5 ml	0,534	0,943
7)	2 ml	1,5 ml	0,5 ml	0,791	1,172
8)	2,5 ml	1 ml	0,5 ml	1,064	1,433

A_{Cu+su}: Cam küvette sadece bakır ve su eklenerek ölçülen absorbands değeri

A_{patates}: Cam küvette bakır, su ve patates eklenerek ölçülen absorbands değeri



Şekil 3.5: Bakır miktarının absorbandsa etkisi

3.5.1.2. Standart Ekleme Yöntemi ile α - Amino Azot Tayini

1500 ppm' lik stok glutamin çözeltisi kullanılarak 25, 50, 75, 100 ppm'lik glutamin eklemesi yapıldı.

25 ppm;

$$1500 * V = (4 + V) * 25 \quad V = 0,067 \text{ ml}$$

50 ppm;

$$1500 * V = (4 + V) * 50 \quad V = 0,13 \text{ ml}$$

75 ppm;

$$1500 * V = (4 + V) * 75 \quad V = 0,21 \text{ ml}$$

100 ppm;

$$1500 * V = (4 + V) * 100 \quad V = 0,28 \text{ ml}$$

Tablo 9. Glutamin Ekleme Çalışması: Toplam hacim 4 ml olacak şekilde Cu, Glutamin, Patates suyu içeren sulu çözeltilerde tarama çalışması.

	Cu	Glutamin	Patates	Su	Absorbans
1)	2 ml	-	-	2 ml	0,673
2)	2 ml	-	1 ml	1 ml	1,353
3)	2 ml	0,067 ml	1 ml	1 ml	1,310
4)	2 ml	0,13 ml	1 ml	1 ml	1,259
5)	2 ml	0,21 ml	1 ml	1 ml	1,244
6)	2 ml	0,28 ml	1 ml	1 ml	1,238
7)	-	-	1 ml	3 ml	0,125
8)	2 ml	0,067	-	2 ml	0,692
9)	2 ml	0,13 ml	-	2 ml	0,764
10)	2 ml	0,21 ml	-	2 ml	0,770
11)	2 ml	0,28 ml	-	2 ml	0,896

Tablo 8' de A₁, Cu-su kompleksinin absorbans değeri olup 7. Basamak hariç tüm absorbans değerleri için düzeltilmedir. A₇ ise patates suyu-su karışımında 655 nm' de

ölçülen bulanıklık değeri olup 2 ve 7. Basamaklar arasındaki tüm absorbans değerleri için bulanıklık düzeltmesidir.

Bulanıklık ve glutamin absorbans düzeltme hesaplamaları

$$A_{2d} = A_2 - A_7 - A_1$$

$A_{2d} = 1,353 - 0,125 - 0,673 = 0,555$Bulanıklığın (A_7) ve Cu-Su kompleksinin (A_1) neden olduğu absorbans düzeltme sonrası 2. çözeltinin absorbansı

$$A_{3d} = A_3 - A_7 - A_8$$

$A_{3d} = 1,310 - 0,125 - 0,692 = 0,493$ Bulanıklığın (A_7) ve Cu-Su kompleksinin (A_8) neden olduğu absorbans düzeltme sonrası 3. çözeltinin absorbansı

$$A_{4d} = A_4 - A_7 - A_9$$

$A_{4d} = 1,259 - 0,125 - 0,764 = 0,370$ Bulanıklığın (A_7) ve Cu-Su kompleksinin (A_9) neden olduğu absorbans düzeltme sonrası 4. çözeltinin absorbansı

$$A_{5d} = A_5 - A_7 - A_{10}$$

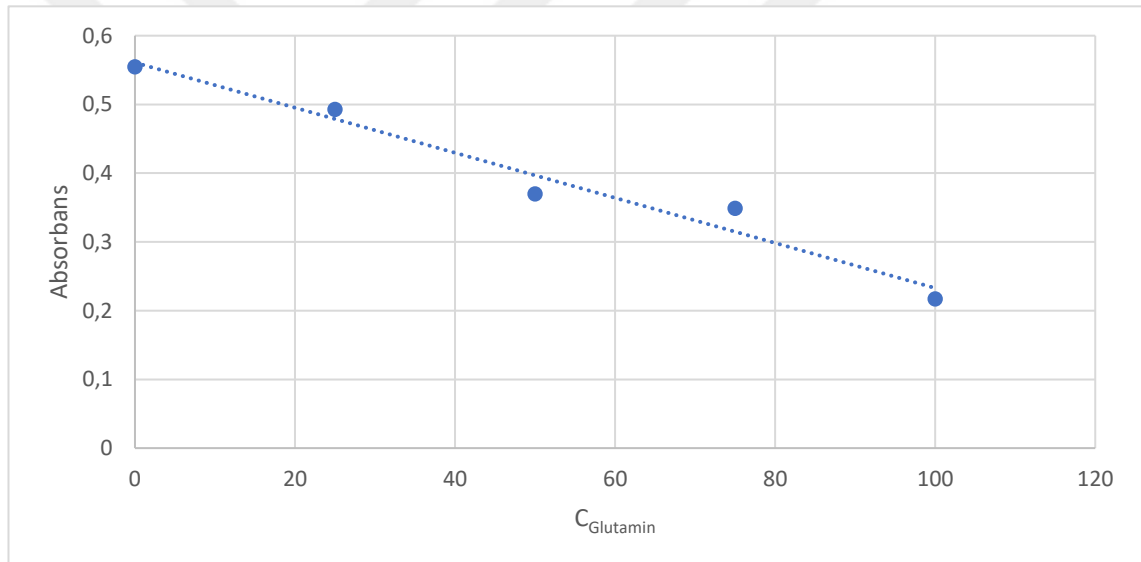
$A_{5d} = 1,244 - 0,125 - 0,770 = 0,349$ Bulanıklığın (A_7) ve Cu-Su kompleksinin (A_{10}) neden olduğu absorbans düzeltme sonrası 5. çözeltinin absorbansı

$$A_{6d} = A_6 - A_7 - A_{11}$$

$A_{6d} = 1,238 - 0,125 - 0,896 = 0,217$ Bulanıklığın (A_7) ve Cu-Su kompleksinin (A_{11}) neden olduğu absorbans düzeltme sonrası 6. çözeltinin absorbansı

Tablo 10. Artan glutamin miktarının absorbansa etkisi

Glutamin Derişimi (ml)	Glutamin Derişimi (ppm)	Absorbans
0	0	$A_2 = 0,555$
0,067	25	$A_3 = 0,493$
0,13	50	$A_4 = 0,370$
0,21	75	$A_5 = 0,349$
0,28	100	$A_6 = 0,217$



Şekil 3.6: Glutamin eklemesinin absorbansa etkisi

Şekil 3.6’da görüldüğü gibi patates çözeltisi ile Cu^{+2} çözeltisinin karıştırılması sonucu çok sayıda alfa amino azotu içeren amino asit kompleksleri son derece koyu lacivert renkli ortam oluşturlar. Tablo 9’da verildiği ve Şekil 3.6’da gösterildiği gibi Cu-Patates çözeltisi üzerine alfa amino azotu kaynağı olan L-Glutamin çözeltisi ekledikçe absorbans değerlerinde artış olacağına azalma olmuştur. Muhtemel açıklama glutaminin bakır iyonları ile ortamdaki diğer kompleks yapıcılara göre daha kararlı bir kompleks yapması ve bakır etrafındaki diğer ligandları sökerek yer değiştirmesidir. Ancak Absorbans değerlerindeki azalma alfa amino azotunun bakır ile yaptığı kompleksin molar absorpsiyon katsayısının (ϵ) diğer komplekslerinkine göre düşük kalmaktadır. Bu durum

toplam absorbansta düşüş şeklinde ölçümlere yansır. Bu ters eğim durumundan yararlanarak ve glutamin referans alınarak standart ekleme metodu ile patatesdeki alfa amino azotunu hesaplamaya çalışıldı.

α - amino azot miktarının hesaplanması:

$$A_6 - A_2 = 0,28 - 0 = 0,28 \text{ ml}$$

$$A_{11} - A_1 = 0,896 - 0,673 = 0,223$$

$$0,28 \text{ ml glutamin} \quad 0,223 \text{ absorbans}$$

$$X \quad 0,555 \text{ absorbans}$$

$$X = (0,28 * 0,555) / 0,223 = 0,697 \text{ ml}$$

$$X_{\text{ppm}} = (100 * 0,555) / 0,223 = 248,9 \text{ ppm}$$

4 ml' lik çözletide 1 ml patates olduğu için;

$$\text{Toplam} = 248,9 * 4 = 995,6 \text{ ppm}$$

Aynı tarladan alınan 10 farklı patates örneğine standart ekleme yöntemi uygulandı.

Tablo 11. Aynı tarlada yetiştirilen patatese glutamin eklemesi

	Cu	Glutamin	Patates	Su	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅
1)	2 ml	-	-	2 ml	0,673	0,673	0,673	0,673	0,673
2)	2 ml	-	1 ml	1 ml	1,382	1,376	1,389	1,369	1,391
3)	2 ml	0,067 ml	1 ml	1 ml	1,344	1,335	1,351	1,327	1,348
4)	2 ml	0,13 ml	1 ml	1 ml	1,293	1,287	1,304	1,281	1,302
5)	2 ml	0,21 ml	1 ml	1 ml	1,261	1,250	1,265	1,246	1,267
6)	2 ml	0,28 ml	1 ml	1 ml	1,252	1,239	1,257	1,238	1,259
7)	-	-	1 ml	3 ml	0,135	0,127	0,147	0,115	0,138
8)	2 ml	0,067	-	2 ml	0,692	0,692	0,692	0,692	0,692
9)	2 ml	0,13 ml	-	2 ml	0,764	0,764	0,764	0,764	0,764
10)	2 ml	0,21 ml	-	2 ml	0,770	0,770	0,770	0,770	0,770
11)	2 ml	0,28 ml	-	2 ml	0,896	0,896	0,896	0,896	0,896

Tablo 11. Tablo 11 in devamı

	Cu	Glutamin	Patates	Su	P₆	P₇	P₈	P₉	P₁₀
1)	2 ml	-	-	2 ml	0,673	0,673	0,673	0,673	0,673
2)	2 ml	-	1 ml	1 ml	1,380	1,372	1,374	1,358	1,362
3)	2 ml	0,067 ml	1 ml	1 ml	1,341	1,329	1,330	1,319	1,324
4)	2 ml	0,13 ml	1 ml	1 ml	1,294	1,281	1,284	1,268	1,275
5)	2 ml	0,21 ml	1 ml	1 ml	1,271	1,252	1,249	1,235	1,241
6)	2 ml	0,28 ml	1 ml	1 ml	1,262	1,244	1,242	1,226	1,233
7)	-	-	1 ml	3 ml	0,129	0,118	0,121	0,104	0,110
8)	2 ml	0,067	-	2 ml	0,692	0,692	0,692	0,692	0,692
9)	2 ml	0,13 ml	-	2 ml	0,764	0,764	0,764	0,764	0,764
10)	2 ml	0,21 ml	-	2 ml	0,770	0,770	0,770	0,770	0,770
11)	2 ml	0,28 ml	-	2 ml	0,896	0,896	0,896	0,896	0,896

Yapılan çalışmaya göre 1 ml patates örneği içerisindeki toplam azot miktarları tablo 12’de belirtilmiştir.

Tablo 12. Aynı tarlada yetiştirilen patateslerdeki azot miktarı

Patates Örneği	Azot miktarı (ppm)
P ₁	1030
P ₂	1033
P ₃	1021
P ₄	1042
P ₅	1040
P ₆	1038
P ₇	1042
P ₈	1040
P ₉	1042
P ₁₀	1039

Bölgelerden biri Sivas (B₂), diğeri Kayseri-Pınarbaşı (B₁) olmak üzere 4 bölgede yetişen patatesler üzerinde çalışılarak α - amino azot miktarı hesaplanmıştır.

Tablo 13. Farklı bölgelerde yetiştirilen patateslere glutamin eklemesi

	Cu	Glutamin	Patates	Su	B₁	B₂	B₃	B₄
1)	2 ml			2 ml	0,673	0,673	0,673	0,673
2)	2 ml	-	1 ml	1 ml	1,364	1,339	1,353	1,346
3)	2 ml	0,067 ml	1 ml	1 ml	1,348	1,302	1,343	1,317
4)	2 ml	0,13 ml	1 ml	1 ml	1,318	1,256	1,294	1,278
5)	2 ml	0,21 ml	1 ml	1 ml	1,285	1,243	1,262	1,249
6)	2 ml	0,28 ml	1 ml	1 ml	1,272	1,237	1,253	1,241
7)	-	-	1 ml	3 ml	0,184	0,126	0,134	0,129
8)	2 ml	0,067	-	2 ml	0,692	0,692	0,692	0,692
9)	2 ml	0,13	-	2 ml	0,764	0,764	0,764	0,764
10)	2 ml	0,21	-	2 ml	0,770	0,770	0,770	0,770
11)	2 ml	0,28	-	2 ml	0,896	0,896	0,896	0,896

4 Bölgeden alınan patates örneklerinde yapılan çalışmalarda toplam azot miktarları aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

Tablo 14. Farklı bölgelerde yetiştirilen patateslerdeki azot miktarı

Patates Örneği	Azot miktarı (ppm)
B ₁	909
B ₂	969
B ₃	979
B ₄	976

4. BÖLÜM

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

4.1. Sonuç ve Öneriler

Tarım ürünlerinin besin değeri günümüzde önemli bir konu haline gelmiştir. Bu tez çalışmasında tarım ürünlerin başında gelen patates bitkisinin içerisinde bulunan α – amino azot miktarı tayini yapılmıştır.

Bu çalışmada, patates üretim prosesindeki α – amino azot miktarı standart ekleme yöntemi kullanılarak lazer diyot spektrofotometre ile saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar tablo ve grafiklerle ayrı ayrı belirtilmiştir.

Tablo 5 ve şekil 3.4’ te patates miktarının absorbens değerini de aynı yönde etkilediği görülmüştür. Patates miktarı azaldıkça absorbens değeri de azalmaktadır.

Çalışmada farklı bölgelerden patatesler kullanılarak standart ekleme yöntemi ile analizler yapılmıştır. Standart madde olarak glutamin kullanılmış olup bu maddenin absorbensa etkisi gözlenmiştir. Tablo 9’ da glutamin miktarı arttıkça absorbens değerinin düştüğü görülmüştür. Bunun nedeni glutaminin tercihli kompleks yapmasıdır. Moleküler soğurma katsayısı (ϵ) daha düşük olduğundan glutamin derişimindeki artış ile toplam absorbens değeri düşmüş ve şekil 3.6’ da görüldüğü gibi lineer düşüş gözlenmiştir.

Çalışmada, 1 ml patates örneği üzerine sırasıyla 0,067 ml (25 ppm), 0,13 ml (50 ppm), 0,21 ml (75 ppm), 0,28 ml (100 ppm) glutamin çözeltisi (stok çözelti 1500 ppm) eklenerek ölçümler yapılmıştır. Ölçülen değerlere bulanıklık ve glutamin absorbens düzeltmesi yapılarak 4 ml çözelti içerisindeki α – amino azot miktarı hesaplanmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre aynı tarladan alınan patates örneklerine yapılan çalışmada patateslerdeki alfa amino azot miktarı 1000 ile 1050 ppm arasında olduğu görülmüştür. Türkiye’ de farklı bölgelerde yetiştirilen patates örneklerine yapılan çalışma da ise patateslerdeki alfa amino azot miktarının 900 ile 1050 ppm arasında olduğu görülmüştür.

Bu tez çalışması kapsamında standart ekleme yönteminde alfa amino azotu için standart madde olarak temini kolay olmasından dolayı glutamin kullanılmıştır. Ancak bu yöntemde başka standart maddeler de kullanılabilir.



KAYNAKLAR

1. Hoffmann, C. M., Marlander, B., (2005), Composition of harmful nitrogen in sugar beet (*Beta Vulgaris* L.) -Amino acids, betaine, nitrate- as affected by genotype and environment, **European Journal of Agronomy**, **22**, 225-265.
2. Jevtic-Mucibabic, R., Grbic, J., Misljenovic, N., (2011), Nitrogen compounds in the molasses (Azotne materije u melası), **Journal on Processing and Energy in Agriculture**, **15(3)**, 169-172.
3. Ülgen, A., Gökmen, A., Şahin, U., Herdem, H., and Cengiz, H., Development of a 635 nm-Laser Diode Spectrometer for Continuous Monitoring of Amino Nitrogen in the Beet Sugar Industry, *Instrumentation Science & Technology*, **37:2**, 218-229 (2009).
4. Akram, M., Asif, H. M., Uzair, M., Akhtar, N., Madni, A., Shah, S. M. A., Ul Hasan, Z., Ullah, A., (2011), Amino acids: a review article, **Journal of Medicinal Plants Research**, **5(17)**, 3997-4000.
5. Öztoprak, U. T., Amino Asitler ve Yeni Bir Oksim Ligandı İle Karışık Ligandı Geçiş Metal Komplekslerinin Sentezi ve Karakterizasyonu, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Nevşehir, 2017.
6. Atılğan, A., Kayseri Yöresel Şeker Pancarı Bileşenlerinin ve Zararlı α -Amino Azot Miktarının Araştırılması ve Uzaklaştırılması, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, 2021.
7. Yalçın, B., Kolostrum Takviyesi Alan Sporcularda Dalı Zincirli Amino Asit Düzeyleri, Selçuk Üniversitesi, Konya, 2016.
8. Özyıldırım, N., Azotlu Gübre Formlarının Farklı Olgunlaşma Sürelerine Sahip Patates (*Solanum tuberosum* L.) Çeşitlerinin Verim Ve Verim Unsurlarına Etkisi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 2014.
9. Abed, M. M., Demirhan, B., (2018), patates bitkisine (*Solanum tuberosum* L.) genel bir bakış, **International Journal of Life Sciences and Biotechnology**, **1(1)**, 1-9.
10. Lisinska, G., Leszczynski, W., Eds., *Potato Science and Technology*, Elsevier Science Publishing Co., Inc, New York, 1989, pp. 234-280.
11. Peksa, A., Miedzianka, J., Nems, A. and Rytel, E., The Free-Amino-Acid Content in Six Potatoes Cultivars through Storage, *Molecules*, **26**, 1322, 2021.
12. Bal, B., Patateste Nitrat ve Nitrit Düzeylerinin Tespitinde Kullanılan Metotlar, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, 2003.

13. Yıldırım, B., Tunçtürk, M., Çiftçi, C., (2005), Değişik dikim zamanlarının farklı patates (*Solanum tuberosum* L.) çeşitlerinde verim ve verim unsurları üzerine etkisi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, **Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.)**, **15(1)**, 1-9.
14. Yıldız A., Genç Ö., Enstrümental Analiz Yöntemleri, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 1993.
15. Kartal, Ş., Ülgen, A., “Enstrümental Analiz Ders Notları”, Erciyes Üniversitesi, Kimya Bölümü, 2000.
16. Özcan, B., Floresans Maddeler ve Türevlerini Kullanarak Bazı Metal ve Ametal İyonlarının Spektroflorimetrik Tayinleri, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, 2022.
17. Şahan, S., Çeşitli Örneklerde Bulunan Bazı Eser Türlerin Akışa Enjeksiyon Sistemi ile Atomik Spektrometrik Tayinleri, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, 2012.
18. Hobart H. Willard, Lynne L. Merritt jr., John A. Dean and Frank A. Settle jr., “Instrumental Methods of Analysis, sixth edition”, Wadsworth Publishing Company, Florence, 1986.
19. Douglas A. Skoog, F. James Holler, Timothy A. Nieman, Enstrümental Analiz İlkeleri, Bilim Yayıncılık, E. Kılıç, Fitnat Köseoğlu, Hamza Yılmaz, Ankara, 1998.
20. Kılıç, F., NIR-VIS Spektrofotometre ile Azot Tayini, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, 2002.
21. Özdemir, M., Menekşe Lazer Diyotlu Fotometre ile Katalitik İyot Tayini, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, 2008.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Melisa KORKMAZ

Uyruğu: Türkiye (T.C)

Doğum Tarihi ve Yeri:

Medeni Durum:

e-mail:

Yazışma Adresi:

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Erciyes Üniversitesi, Kimya Bölümü	2024
Lisans	Cumhuriyet Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü	2017
Lise	Pendik Lisesi, İstanbul	2008

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum
2021 - 2023	Doruk Hamak Bahçe Mobilyaları – Kalite Kontrol Sorumlusu
2019 - 2021	Winterhalter – Aktürk Dış Tic.

YABANCI DİL

İngilizce