

# Havadan GÜBRE OLUŞTURULMASI

## THE PRODUCTION OF FERTILIZER FROM AIR

ADELEH RASHIDI

PROF. DR. AHMET CEMAL SAYDAM

Tez Danışmanı

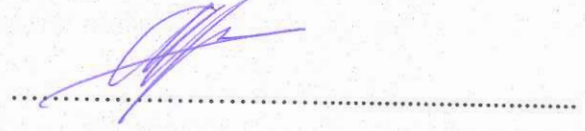
Hacettepe Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin  
ÇEVRE Mühendisliği Anabilim Dalı için Öngördüğü  
DOKTORA TEZİ olarak hazırlanmıştır.

2018

ADELEH RASHIDININ' in hazırladığı "Havadan GÜBRE OLUŞTURULMASI"  
adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM Dalı'nda  
DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

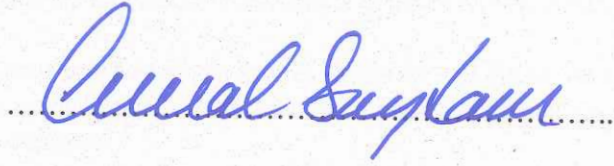
Prof. Dr. AYŞEN YILMAZ

Başkan



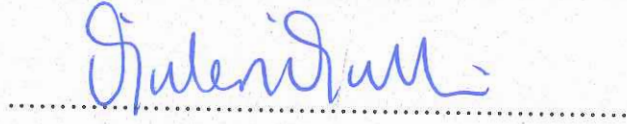
Prof. Dr. A. Cemal SAYDAM

Danışman



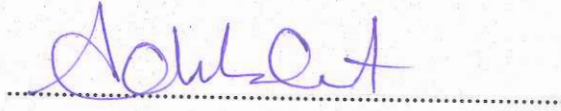
Prof. Dr. Gülen GÜLLÜ

Üye



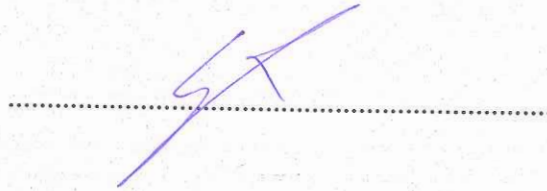
Prof. Dr. AYDIN AKBULUT

Üye



Doç. Dr. MÜCAHİT TAHA ÖZKAYA

Üye



Bu tez Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından DOKTORA TEZİ olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. Menemşe GÜMÜŞDERELİOĞLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## YAYINLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin / raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan “**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**” kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricinde YÖK Ulusal Tez Merkezi / H. Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- o Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. <sup>(1)</sup>
- o Enstitü / Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren .... Ay ertelenmiştir. <sup>(2)</sup>
- o Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. <sup>(3)</sup>

10.08.2018

(İmza)

Öğrencinin Adı SOYADI

“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”

- (1) Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir
- (2) Madde 6. 2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3. Şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü ve fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.
- (3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir\*. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir. Madde 7. 2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir.

\* Tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.

## İTHAF

Her şeyimi borçlu olduğum güzide ve erdemli rahmetli babam **Samad RASHIDI**'e ithaf ediyorum.

**“Ruhun Şad Olsun Baba Canım ”**



## ETİK

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

10/09/2018



Adeleh RASHIDI

# ÖZET

## Havadan GÜBRE OLUŞTURULMASI

Adeleh RASHIDI

Doktora, Çevre Mühendisliği Bölümü

Tez Danışmanı: Prof. Dr. A. Cemal Saydam

Ağustos 2018, 153 sayfa

Bu tez çalışması, daha önce yapılan bir dizi araştırma sonucunda ortaya çıkan ve doğadaki döngülerin nasıl çalıştığı hakkında yeterli bilgi birikiminin oluşması sonrasında o olayların taklit edilebilir olup olmadığının denenmesi şeklinde kurgulanmıştır. Doğadaki çöl tozu taşınımı süreçlerinde tozun bulut ile buluşması ile birlikte toz bulut ve güneş enerjisinin de etkisi ile tozların içinde bulunan bakteri ve mantarlar yine bulut içerisinde oluşan zengin bir besi ortamına kavuşmakta ve çoğalmaktadırlar. Bu oluşumun sonucunda bulut içerisinde doğanın kullanımına hazır her türlü element ve daha da değerli olan amino asitlerin olduğu yapılan çalışmalar ile gösterilmiştir. Bulut içerisinde oluşan bu zenginleşmiş suyun yere inmesi ile de alıcı ortamda olumlu gelişmeler olduğu ancak bunun arkasındaki nedenin ne olduğu bilim dünyası tarafından bilinmemektedir. Bu çalışmada ise temel olarak çöl tozunun bulut içerisindeki reaksiyonları sonucunda oluşan reaksiyon ürünlerinin alıcı ortama etkileri nasıl olur yaklaşımı ile kurgulanmıştır. Yapılan çalışmalar alg gelişimi için ideal ortam olarak kabul edilen besi yerlerinin ideal olmadığını ispatlamıştır. Çalışmalarda öncelikle Sahra toz kullanım oranları tespit edilmiş ve ideal çözeltinin 10g/l olduğu saptanmıştır. İdeal besi ortamında alg sağlanan gelişmelerine hem miktar hem de zaman olarak daha kısa sürelerde ulaşılmıştır. *Arthrospira platensis*'in tür alg için ideal besi ortamında 7 günde sağlanan gelişime Sahra çözeltisi ile 5 günde ve %46 lık bir klorofil artışı ile ulaşılmıştır. Toz bulut etkileşiminin bulut içerisinde sürekli olarak sülfat artışına neden olmasından hareket ile Sahra çözeltisine ve ayrıca ideal besi ortamına sülfat sodyum sülfat olarak ilave edilmiştir. Bu koşullarda *Arthrospira platensis*'in yoğunluğunda sülfat ilavesi yapılan ideal besi ortamına göre %56 artış bu sefer 4 günde sağlanmıştır. Benzer gelişmeler *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus* türü algler için de izlenmiştir. Durağan suların en yaygın türü olan *Lemna* minör veya su mercimeği ile yapılan deneylerde de Sahra çözeltisi ile beslenen türlerde yaprak sararmasının 3 gün gecikme ile başladığı dolayısı ile Sahralı suda tutulan *Lemna minor*'lerin çok daha sağlıklı olduğunu kanıtlamaktadır. Sahralı ortamda yaprak sararma eğimi 1.2 olurken sera suyunda bu eğim 2.2 olmaktadır. Bu da Sahralı ortamda klorofil a hücrelerinin çok daha etken ve

daha uzun süre aktif kaldığını veya klorofil a hücrelerini daha fazla çalıştırabilmekte ve böylece yaşam süresince daha fazla enerji toplayabilmekte veya daha fazla karbon sabitleyebilmektedir. Aydan Hanım genotipi arpa ile yapılan deneylerin en önemli sonucu literatür değerlerine göre arpada %1,2 olan azot yüzde beklentisinin 10 g/l içeren Sahralı çözeltide %2,3 olarak beklenen seviyeye göre yaklaşık %100 artış göstermesi olmuştur. Durağan sulara verilen evsel atıkların da içerdiği fosfat nedeni ile ötrofikasyona neden olduğu tezi de yapılan deneyler ile çürütülmüş, ötrofikasyona neden olan olayın evsel atıklardan gelen sülfat nedeni ile olduğu gösterilmiştir. Bu çalışma ile Sahra tozlarının bulut içinde geçirdiği bir dizi reaksiyon sonucunda alıcı ortama etkileri ve yine doğal olayların anlaşılması sonrasında yapılan katkıların alıcı ortamdaki pozitif etkileri net bir şekilde gösterilmiştir.

Dolayısı ile bu çalışma “havadan gübre” yapılmasının mümkün olacağını ve bu sulama sistemi ile klorofil a seviyesinin dolayısı ile daha çok enerjinin depolanmasını sağlayacak bir yöntemin de keşfedildiğini gösteren bir ilktir.

**Anahtar Kelimeler:** Toz, bulut, alg, Lemna minor, arpa, klorofil

# ABSTRACT

## THE PRODUCTION OF FERTILIZER FROM AIR

Adeleh RASHIDI

Doctor of Philosophy, Department of Environmental Engineering

Supervisor: Prof. Dr. A. Cemal Saydam  
August 2018, 153 pages

This thesis study is designed to test whether the natural events can be simulated following the accumulation of sufficient knowledge about the natural cycles. During the course of the process of desert dust transportation desert dust can mix with cloud water and the resulting dust cloud and solar light intensity triggers the proliferation of bacteria and fungus due to enrichment of nutrients within the cloud droplet. This process not only supply necessary nourishments but also results with all sorts of essential amino acids within the cloud droplet. Following the wet precipitation, the receiving body responds positively but the science community still does not aware of this affect and seeks solutions at somewhere else. On the other hand, this work has been designed as to test the impact of the in cloud generated ingredients on various receiving bodies. The studies performed has shown that so called ideal growth solutions does not necessarily achieves ideal growth since experiments performed by 10g/l Saharan desert dust solutions resulted with better growth. The development of algae in an ideal growth solution has been achieved both in quantity and in shorter time. For *Arthrospira platensis* 46% more chlorophyll levels has been reached in 5 days as opposed to 7 days with ideal growth solutions. The experiments repeated with enhanced sulfate levels basing on the fact that desert dust solar light interactions enhances sulfate concentrations within rain droplet. It has been shown that with this approach *Arthrospira platensis* concentrations has been increased by an additional 56% within 4 days. Similar growth parameters have also been observed for *Chlorella vulgaris* and *Scenedesmus* species. The experiments carried out by using *Lemna minor*, typical occupants of still waters responded positively to Saharan dust by delaying the decay of leaves by 3 days as opposed to the ones grown in normal pond water. The rate of leaf decay is 1.2 for Saharan solution as opposed to



2.2 for the one grown in pond water. The results show that chlorophyll cells last longer converts more solar light energy thus sequester more carbon. Experiments carried out by Aydan Hanım genotype barley resulted with the increase of nitrogen content from literature value of 1.2% to 2,3% with 10g/l Saharan solution, a mere 100% increase. Another iconoclastic result was to show the fact that eutrophication that is believed and assumed to be due to phosphate effluents from household waste waters is in fact due to sulfates. In conclusion it has been shown experimentally that desert dust cloud interactions and the ingredients formed within the cloud waters has got a positive impact on the receiving bodies.

This is a unique study that experimentally shows that it's possible to make fertilizer from air and with such system it's possible to store more energy due to increase in chlorophyll activities.

**Keywords:** Dust, cloud, algae, Lemna minor, barley, chlorophyll

## TEŞEKKÜR

Beni yetiştiren, her zaman yanımda olan, çalışmamın her zaman maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen canım rahmetli babam **Samad RASHIDI**, canım annem **Aleye NURI** ve sevgili kardeşim **Alırza'dan** sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Doktora eğitimi süresi boyunca sabırlı, değerli bilgilerini benimle paylaşan ve farklı bakış açısıyla kullandığı her kelimenin hayatıma kattığı önemini asla unutmayacağım saygıdeğer danışman hocam; **Prof. Dr. A. Cemal SAYDAM'a** teşekkürlerimi ve ömür boyu minnettarlığımı sunarım.

Engin bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen ve İstatistiksel analiz ve değerlendirmeleri yapmamda bana yardımcı olan hoşgörüsüyle yaklaşan çok kıymetli Sayın bölüm başkanı **Prof. Dr. Gülen GÜLLÜ** hocama sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam sürecinde bana yol gösteren saygı değer hocam **Prof. Dr. Aydın AKBULUT 'a** yardımları için. sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Sevgili **Dr. Şeyda Fikirdeşici Ergen'e** desteğinden dolayı teşekkür ederim.

Doktora eğitimimde bilgileri ve deneyimlerini benimle paylaşan Hacettepe Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünün değerli öğretim üyelerine ve tüm mensuplarına teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarımda emeği geçen ve her zaman yanımda olan sevgili arkadaşlarım Sanaz LAKESTANİ, Perihan AKAN, Yeşer ASLANOĞLU, Parisa BABAEİ, Elmira ALİPOUR, Afsoon NİKRAVAN, Gülzat KERİMBAYEVA, Ezgi ÖĞÜN, Solmaz ASLANİ, Zolikha TEYMURİ ve Bahar SULTANQURRAIE en derin teşekkürlerimi sunarım.

# İÇİNİNDEKİLER

## Sayfa

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	iii
TEŞEKKÜR .....	v
İÇİNİNDEKİLER.....	vi
TABLolar LİSTESİ .....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	xii
SİMGELER VE KISITLAMALAR .....	xix
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Çöl Tozlarının Besin Değerinin Gösteren Çalışmalar.....	8
1.2. Sahra Tozları Atmosferdeki Sülfatın Kaynağı Olduğunu Gösteren Çalışmalar .....	9
1.3. Sahra Tozlarında Bulunan Demir Kaynağı ve Alg Patlama Olayı.....	10
1.4. Atmosferde Sahra Tozlu Günlerde Bakteri ve Mantarın Yük Değişimleri.....	14
1.5. Tezin Amacı .....	17
1.6. Algler.....	19
1.6.1. <i>Arthrospira platensis</i> .....	21
1.6.2. <i>Chlorella vulgaris</i> .....	24
1.6.3. <i>Scenedesmus Sp</i> .....	26
1.7. Ötrofikasyon.....	27
1.8. <i>Lemna minor</i> (Su Mercimeği).....	28
1.9. <i>Aydan Hanım</i> , Arpa.....	29
2.Yöntem ve Plan .....	31
2.1. Sahra Çözeltisinde Mikroorganizmaların Çoğalma Evreleri .....	32
2.2. Bakterilerin Çoğalma Fazları ve Evreleri.....	34
2.3. Güneş ışığının etkisinin incelenmesi.....	35
2.4. Sahra Çözeltisinde Gram Boyama Testi .....	35
2.5. Sahra Çözeltisinin En Uygun Konsantrasyonu .....	36
3.MATERYAL VE METOT.....	37
3.1. Yosun, Su mercimeği, Arpa Materyali.....	37

3.2.	Besin Çözeltilerinin Hazırlanması .....	37
3.3.	Besin çözeltilerinin içeriği .....	38
3.4.	Sahra Çözeltilisinin İçeriği .....	40
3.5.	DeneySEL Materyallerin Hazırlanması .....	41
3.5.1.	Alg ekime hazırlanması .....	41
3.5.2.	<i>Lemna minor</i> (Su Mercimeği) .....	43
3.5.3.	Arpa Tohumlarının Sterilizasyonu ve Ekime Hazırlanması .....	44
3.5.4.	Atmosferde Sahra Tozlu ve Tozsuz Günlerde Bakteri ve Mantarı Deneyleri .....	47
3.6.	İstatistiksel Analiz Yöntemleri .....	47
4.	SONUÇLAR VE TARTIŞMA .....	49
4.1.	Sahra tozlu hava numunelerin Gram boyama test sonuçları .....	55
4.2.	Sahra çözeltilisinde bakterilerin çoğalma eğrileri ve sonucu .....	56
4.3.	Sahra çözeltileri (10g/l) İyon Kromatografisi ve ICP/MS Elementel Analysis sonuçları .....	58
4.4.	Alglerin Deney Sonuçları .....	63
4.4.1.	<i>Arthrospira platensis</i> .....	63
4.4.2.	<i>Chlorella vulgaris</i> .....	67
4.4.3.	<i>Scenedesmus sp</i> .....	70
4.5.	İdeal ve Sahra çözeltilisinde alg gelişimlerinin karşılaştırılması .....	73
4.6.	Alg gelişimine sülfat ve fosfatın etkisi .....	76
4.6.1.	Sülfat ve fosfatın <i>Arthrospira platensis</i> üzerindeki etkileri .....	76
4.6.2.	Fosfatın <i>Arthrospira platensis</i> 'de üzerindeki etkileri .....	81
4.6.3.	Sülfatın ve fosfatın <i>Chlorella vulgaris</i> üzerindeki etkileri .....	86
4.6.4.	Fosfatın <i>Chlorella vulgaris</i> üzerine etkisi .....	91
4.6.5.	Sülfat ve fosfatın <i>Scenedesmus sp</i> 'de klorofil a miktarlarındaki değişime etkileri .....	97
4.6.6.	Fosfatın BBM ve Sahra çözeltilisinde gelişen <i>Scenedesmus sp</i> 'de etkisi .....	101
4.6.7.	<i>Scenedesmus sp</i> algin değişik katkılara davranışları hakkında genel değerlendirme .....	107
4.7.	Alg deneyleri sonuçları .....	108
4.8.	<i>Lemna minor</i> Deney Sonuçları .....	110
4.9.	<i>Aydan Hanım</i> Sertifikalı Arpa deneyleri .....	115
4.9.1.	Arpada Pigment Miktarlarındaki Değişim .....	116

4.9.2.	Klorofil a.....	116
4.9.3.	Klorofil a b içeriği.....	118
4.9.4.	Klorofil (a+b) içeriği.....	119
4.9.5.	Karotenoid sonuçları.....	120
4.9.6.	Karbon miktarlarındaki değişim .....	122
4.9.7.	Azot miktarlarındaki değişim analizi.....	123
4.9.8.	Karbon/Azot oranı (C/N) .....	125
4.9.9.	Arpada Sülfür değişimi.....	127
4.10.	TARTIŞMA.....	129
5.SON DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER.....		132
Kaynaklar .....		135

### Tablolar Listesi

	<u>Sayfa</u>
<b>Tablo 1.1.</b> Bitkiler için gerekli besin maddeleri ve özelliklerine göre sınıflandırılması [8], [11]	7
<b>Tablo 1.2.</b> Sahra Toprağında Bulunan Bakteri Ve Mantar Türleri [42].....	15
<b>Tablo 2.1.</b> Sahra Çözeltisindeki Amino Asitler [7].....	33
<b>Tablo 3.1.</b> BG11 (Blue-Green Medium) İçeriği [127].....	38
<b>Tablo 3.2.</b> BBM (Bold Basal Medium) İçeriği [127].....	39
<b>Tablo 3.3.</b> Hewitt Besin Çözeltisi İçeriği [1] .....	40
<b>Tablo 3.4.</b> MATERYAL VE METOT ÖZETİ.....	48
<b>Tablo 4.1.</b> Sahra Toprağında ve Güneşte beklenen Sahra çözeltisi (10 g/l distile steril su) ICP-MS sonuçları .....	59
<b>Tablo 4.2.</b> Aydınlık ve karanlık ortamlarda bekletilen Sahra çözeltisinde ICP-MS/ İyon kromatografi sonuçları .....	60

<b>Tablo 4.3.</b> <i>Arthrospira platensis</i> 'de maksimum klorofil a ve zaman arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları.....	66
<b>Tablo 4.4.</b> <i>Arthrospira platensis</i> 'de maksimum klorofil a ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları .....	66
<b>Tablo 4.5.</b> <i>Chlorella vulgaris</i> 'de maksimum klorofil a ve zaman arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları.....	70
<b>Tablo 4.6.</b> <i>Chlorella vulgaris</i> 'de maksimum klorofil a ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları.....	70
<b>Tablo 4.7.</b> <i>Scenedesmus sp</i> 'de maksimum klorofil a ve zaman arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları OVA Testinin Sonuçları.....	73
<b>Tablo 4.8.</b> <i>Scenedesmus sp</i> 'de maksimum klorofil a ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları.....	73
<b>Tablo 4.9.</b> <i>Arthrospira platensis</i> 'de BG1 ortamına Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ilave edilen halde maksimum klorofil a ve zaman arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları .....	78
<b>Tablo 4.10.</b> <i>Arthrospira platensis</i> 'de BG11 ortamına Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ilave edilen halde maksimum klorofil a ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları .....	78
<b>Tablo 4.11.</b> <i>Arthrospira platensis</i> de Sahra çözeltilisine Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ilave edilen halde maksimum klorofil a ve zaman arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları .....	80
<b>Tablo 4.12.</b> <i>Arthrospira platensis</i> de Sahra çözeltilisine Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ilave edilen halde maksimum klorofil a ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları .....	80
<b>Tablo 4.13</b> <i>Arthrospira platensis</i> 'de BG11 ortamına K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> ilave edilen halde maksimum klorofil a ve zaman arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları .....	82
<b>Tablo 4.14.</b> <i>Arthrospira platensis</i> de BG11 ortamına K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> ilave edilen halde maksimum klorofil a ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları .....	83

<b>Tablo 4.15</b> <i>Arthrospira platensis</i> de Sahra çözeltilisine $K_2HPO_4$ ilave edilen halde maksimum klorofil a ve zaman arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları .....	84
<b>Tablo 4.16</b> <i>Arthrospira platensis</i> de Sahra çözeltilisine $K_2HPO_4$ ilave edilen halde maksimum klorofil a ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları .....	85
<b>Tablo 4.17.</b> <i>Arthrospira platensis</i> 'in gelişiminde kullanılan değişik besin yerlerinde ölçülen ortalama ve maksimum klorofil a seviyeleri ve bu seviyeye kaçınıcı günde ulaşıldığını gösteren tablo.....	86
<b>Tablo 4.18.</b> <i>Chlorella vulgaris</i> 'de BBM ortamına $Na_2SO_4$ ilave edilen halde maksimum klorofil a ve zaman arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları .....	88
<b>Tablo 4.19.</b> <i>Chlorella vulgaris</i> 'de BBM ortamına $Na_2SO_4$ ilave edilen halde maksimum klorofil a ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları .....	88
<b>Tablo 4.20.</b> <i>Chlorella vulgaris</i> 'de Sahra çözeltilisinde $Na_2SO_4$ ilave edilen halde maksimum klorofil a ve zaman arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları .....	90
<b>Tablo 4.21.</b> <i>Chlorella vulgaris</i> 'de Sahra çözeltilisinde $Na_2SO_4$ ilave edilen halde maksimum klorofil a ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları .....	90
<b>Tablo 4.22.</b> <i>Chlorella vulgaris</i> 'de BBM ortamına $K_2HPO_4$ ilave edilen halde maksimum klorofil a ve zaman arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları .....	92
<b>Tablo 4.23.</b> <i>Chlorella vulgaris</i> 'de BBM ortamına $K_2HPO_4$ ilave edilen halde maksimum klorofil a ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları .....	93
<b>Tablo 4.24.</b> <i>Chlorella vulgaris</i> 'de Sahra çözeltilisinde $K_2HPO_4$ ilave edilen halde maksimum klorofil a ve zaman arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları .....	95
<b>Tablo 4.25.</b> <i>Chlorella vulgaris</i> 'de Sahra çözeltilisinde $K_2HPO_4$ ilave edilen halde maksimum klorofil a ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları .....	95

<b>Tablo 4.26.</b> <i>Chlorella vulgaris</i> 'de gelişiminde kullanılan değişik besin yerlerinde ölçülen ortalama ve maksimum klorofil a seviyeleri ve bu seviyeye kaçınıcı günde ulaşıldığını gösteren tablo .....	96
<b>Tablo 4.27.</b> <i>Scenedesmus sp</i> 'de BBM ortamına Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ilave edilen halde maksimum klorofil a ve zaman arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları .....	98
<b>Tablo 4.28.</b> <i>Scenedesmus sp</i> 'de BBM ortamına Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ilave edilen halde maksimum klorofil a ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları .....	99
<b>Tablo 4.29.</b> <i>Scenedesmus sp</i> 'de Sahra çözeltiline Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ilave edilen halde maksimum klorofil a ve zaman arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları .....	100
<b>Tablo 4.30.</b> <i>Scenedesmus sp</i> 'de Sahra çözeltiline Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ilave edilen halde maksimum klorofil a ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları .....	101
<b>Tablo 4.31.</b> <i>Scenedesmus sp</i> BBM ortamına K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> ilave edilen halde maksimum klorofil a ve zaman arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları .....	103
<b>Tablo 4.32</b> <i>Scenedesmus sp</i> 'de BBM ortamına K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> ilave edilen halde maksimum klorofil a ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları .....	103
<b>Tablo 4.33.</b> <i>Scenedesmus sp</i> 'de Sahra çözeltilinde K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> ilave edilen halde maksimum klorofil a ve zaman arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları .....	106
<b>Tablo 4.34.</b> <i>Scenedesmus sp</i> 'de Sahra çözeltilinde K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> ilave edilen halde maksimum klorofil a ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları .....	106
<b>Tablo 4.35.</b> <i>Scenedesmus sp</i> 'de gelişiminde kullanılan değişik besin yerlerinde ölçülen ortalama ve maksimum klorofil a seviyeleri ve bu seviyeye kaçınıcı günde ulaşıldığını gösteren tablo ...	107
<b>Tablo 4.36.</b> Arpada maksimum klorofil a ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları .....	117
<b>Tablo 4.37.</b> Arpada maksimum klorofil b ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları .....	118



<b>Tablo 4.38.</b> Arpada maksimum klorofil (a+b) ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları .....	120
<b>Tablo 4.39.</b> Arpada maksimum Karotenoid ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları .....	121
<b>Tablo 4.40.</b> Arpada maksimum Karbon Oranı (%), ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları.....	122
<b>Tablo 4.41.</b> Arpada maksimum Azot Oranı (%), ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları .....	124
<b>Tablo 4.42.</b> Arpada maksimum C/N Oranı (%), ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları .....	126
<b>Tablo 4.43.</b> Arpada maksimum Sülfür Oranı (%), ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları.....	128

## ŞEKİLLER

	<u>Sayfa</u>
<b>Şekil 1.1.</b> Sucul Ortamda Karbonat Bikarbonat pH Eğrisi [6] .....	5
<b>Şekil 1.2.</b> MODIS uydu verisine göre 22 Mayıs 2016 günü Cezayir ve Tunus önlerinde toz bulut etkileşimini gösteren uydu görüntüsü .....	11
<b>Şekil 1.3.</b> JAXA sitesinden alınan bu yağmur verisine göre saat 14:00-14:59 arası toz bulut etkileşimi olan yerde kaydedilen yağışın dağılımı ve şiddeti .....	12
<b>Şekil 1.4.</b> Cezayir Tunus önlerinde kaydedilen Emiliania huxleyi Alg Görüntüsü.....	13
<b>Şekil 1.5.</b> Cezayir önlerinde alg konsantrasyon dağılımı [29].....	13

<b>Şekil 1.6.</b> Sahra tozlu atmosferden alınan hava numunelerinde membran üzerinde bakteri ve mantar kolonileri oluşumu .....	15
<b>Şekil 1.7.</b> Güney-doğu Cezayir'de Tassili n'Ajjer [44].....	16
<b>Şekil 1.8.</b> Tassili n'Ajjer Sahra Çölü'nün Cezayir bölümünde yer alan mağaralardaki gravürler görüntüsü. [44].....	17
<b>Şekil 2.1.</b> İyon Kromatografi Cihazın Görünümü .....	32
<b>Şekil 2.2.</b> Bulanıklık ölçümü için bölümümüzde kullanılan UV spektrofotometre (Jen Wat 6105 UV/Vis. Model) cihazından görünüm.....	35
<b>Şekil 3.1.</b> Sahra Çözeltilisinin Görünüşü.....	40
<b>Şekil 3.2.</b> İklim Dolabında Büyütülen Algler ve Bitkilerin Görünüşü .....	41
<b>Şekil 3.3.</b> Ankara Üniversitesi Biyoloji Bölümü Sera Havuzundan <i>Lemna minor</i> Görüntüsü ...	43
<b>Şekil 3.4.</b> <i>Lemna minor</i> Laboratuvarında Deney Örneklerinin Görüntüsü.....	43
<b>Şekil 3.5.</b> <i>Aydan Hanım</i> , Sertifikalı Arpa Tohumu .....	45
<b>Şekil 3.6.</b> Bitkilerin Günlük Sulanması .....	46
<b>Şekil 3.7.</b> Havanın bakteriyolojik örnekleme amacı ile kullanılan vakum pompası ve impaktör görünümü .....	47
<b>Şekil 4.1.</b> 8 Kasım 2016 tarihli Modis Terra uydu verisi ve üzerinde 72 saatlik hava geri izleme sonuçları. (Yeşil yerden 3000 metre, mavi 1500 metre, kırmızı ise 500 metre yüksekliği göstermektedir). .....	49
<b>Şekil 4.2.</b> 9 Kasım 2016 tarihli Modis Terra uydu verisi ve üzerinde 72 saatlik hava geri izleme sonuçları. (Yeşil yerden 3000 metre, mavi 1500 metre, kırmızı ise 500 metre yüksekliği göstermektedir). .....	50

<b>Şekil 4.3.</b> (08/11 /2016) ve (09/11/2016) tarihlerinde Ankara atmosferine Sahra çölünden gelen hava örnekleri içerisinde gelişen bakteri ve mantar kolonileri .....	50
<b>Şekil 4.4.</b> 16 Kasım 2016 tarihli Modis Terra uydu verisi ve üzerinde 72 saatlik hava geri izleme sonuçları. (Yeşil yerden 3000 metre, mavi 1500 metre, kırmızı ise 500 metre yüksekliği göstermektedir) .....	51
<b>Şekil 4.5.</b> 16 Kasım 2016 tarihli uydu verilerine yerdeki vejetasyonun ilave edilmiş izleme sonuçları .....	52
<b>Şekil 4.6.</b> (16 /11/ 2016) tarihlerinde Ankara atmosferine kuzey yönünden gelen günde hava örneklemeşi .....	53
<b>Şekil 4.7.</b> Sahra Çözeltisinin Yakından Görünüşü .....	55
<b>Şekil 4.8.</b> Sahra çözeltisinde (5 g/l) ve Sahra çözeltisinde (5 g/l)+ (0.2 ml/L) Wolfe solüsyon eklenmiş halde üreme eğrisi.....	57
<b>Şekil 4.9.</b> Sahra çözeltisinde (10 g/l) ve Sahra çözeltisinde(10g/l)+ (0.2 ml/L) Wolfe solüsyon eklenmiş halde üreme eğrisi.....	57
<b>Şekil 4.10.</b> Sahra çözeltisinde(15 g/l) ve Sahra çözeltisinde(15g/l)+ (0.2 ml/L) Wolfe solüsyon eklenmiş halde üreme eğrisi.....	57
<b>Şekil 4.11.</b> Sahra çözeltisinde(20 g/l) ve Sahra çözeltisinde(20g/l)+ (0.2 ml/L) Wolfe solüsyon eklenmiş halde üreme eğrisi.....	58
<b>Şekil 4.12.</b> Güneşte ve karanlıkta Sahra çözeltisi (10 g/l distile steril su) içeriği iyon kromatografi ve ICP-MS sonuçları.....	62
<b>Şekil 4.13.</b> Değişik besin ortamlarında <i>Arthrospira platensis</i> 'de klorofil a değişimi .....	63
<b>Şekil 4.14.</b> Değişik çözeltilerle büyütülen <i>Arthrospira platensis</i> görünümü .....	64
<b>Şekil 4.15.</b> <i>Arthrospira platensis</i> 'in değişik besin ortamlarında mikroskopik görüntüsü.....	65
<b>Şekil 4.16.</b> Değişik besin ortamlarında <i>Chlorella vulgaris</i> 'de klorofil a değişimi.....	67

Şekil 4.17. Değişik çözeltilerle büyütülen <i>Chlorella vulgaris</i> görünümü .....	68
Şekil 4.18. <i>Chlorella vulgaris</i> 'de değişik besin ortamlarında mikroskobik görüntüsü.....	69
Şekil 4.19. Değişik besin ortamlarında <i>Scenedesmus sp</i> 'de klorofil a değişimi .....	71
Şekil 4.20. Değişik çözeltilerle büyütülen <i>Scenedesmus sp</i> görünümü.....	71
Şekil 4.21. <i>Scenedesmus sp</i> değişik besin ortamlarında mikroskobik görünümü .....	72
Şekil 4.22. <i>Arthrospira platensis</i> 'in Sahra çözeltisi ile ideal besi yerinde 9 günlük ortalama klorofil a değişimi .....	74
Şekil 4.23. <i>Chlorella vulgaris</i> 'in Sahra çözeltisi ile ideal besi yerinde 12 günlük ortalama klorofil a değişimi .....	74
Şekil 4.24. <i>Scenedesmus sp</i> ' in Sahra çözeltisi ve ideal besi yerinde 12 günlük ortalama klorofil a değişimi.....	75
Şekil 4.25. BG11 ortamında değişik Sülfat artışında <i>Arthrospira platensis</i> 'de ki ortalama klorofil a değişimi ( $\mu\text{g/l}$ ).....	77
Şekil 4.29. BG11 ortamında ve BG11 ortamına 300 (mg/l) $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ilave edilen halde <i>Arthrospira platensis</i> 'de ortalama klorofil a değişimi ( $\mu\text{g/l}$ ) .....	77
Şekil 4.27. Sahra çözeltisine ilave edilen sülfatın <i>Arthrospira platensis</i> 'in ortalama klorofil a değişimine etkisi .....	79
Şekil 4.28. 10g/l içeren Sahra çözeltisi ve bu çözeltiye 300 mg/l olarak ilave edilen sülfat çözeltisinde <i>Arthrospira platensis</i> 'in ortalama klorofil a değişimi .....	80
Şekil 4.29. BG11 çözeltisine ilave edilen fosfatın <i>Arthrospira platensis</i> 'in ortalama klorofil a değişimine etkisi .....	81
Şekil 4.30. BG11 çözeltisine ilave edilen 70mg/l fosfatın <i>Arthrospira platensis</i> 'in ortalama klorofil a değişimine etkisi.....	82

<b>Şekil 4.31.</b> Sahra çözeltilisine ilave edilen 70,150 ve 300 mg/l fosfatın <i>Arthrospira platensis</i> 'in ortalama klorofil a değişimine etkisi.....	84
<b>Şekil 4.32.</b> Sahra çözeltilisine ilave edilen 70 mg/l fosfatın <i>Arthrospira platensis</i> 'in ortalama klorofil a değişimine etkisi.....	84
<b>Şekil 4.33.</b> BBM çözeltilisine ilave edilen 70, 150 ve 300 mg/l sülfatın <i>Chlorella vulgaris</i> 'in ortalama klorofil a değişimine etkisi.....	87
<b>Şekil 4.34.</b> BBM çözeltilisine ilave edilen 150 mg/l sülfatın <i>Chlorella vulgaris</i> 'in ortalama klorofil a değişimine etkisi.....	87
<b>Şekil 4.35.</b> Sahra çözeltilisine ilave edilen 300, 450 ve 600 mg/l sülfatın <i>Chlorella vulgaris</i> 'in ortalama klorofil a değişimine etkisi.....	89
<b>Şekil 4.36.</b> Sahra çözeltilisine ilave edilen 300 mg/l sülfatın <i>Chlorella vulgaris</i> 'in ortalama klorofil a değişimine etkisi.....	89
<b>Şekil 4.37.</b> Sülfattan arındırılmış BBM ortamında ve BBM ortamına 70, 150 ve 300 mg/l fosfat ilavesi sonrasında <i>Chlorella vulgaris</i> 'de izlenen ortalama klorofil a değişimi. ....	92
<b>Şekil 4.38.</b> Sülfattan arındırılmış BBM ortamında ve BBM ortamına 150 mg/l fosfat ilavesi sonrasında <i>Chlorella vulgaris</i> 'de de izlenen ortalama klorofil a değişimi. ....	92
<b>Şekil 4.39.</b> Sahra çözeltilisine ilave edilen 70, 150 ve 300 mg/l fosfatın <i>Chlorella vulgaris</i> 'in ortalama klorofil a değişimine etkisi.....	94
<b>Şekil 4.40.</b> Sahra çözeltilisine ilave edilen 70 mg/l fosfatın <i>Chlorella vulgaris</i> 'in ortalama klorofil a değişimine etkisi.....	94
<b>Şekil 4.41.</b> BBM ortamında değişik Sülfat artışında <i>Scenedesmus sp</i> 'de ortalama klorofil a değişimi (µg/l).....	97
<b>Şekil 4.42.</b> BBM ortamında ve BBM ortamına 300 (mg/l) Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ilave edilen halde <i>Scenedesmus sp</i> 'de ortalama klorofil a değişimi(µg/l) .....	98

<b>Şekil 4.43.</b> Sahra çözeltisinde değişik Sülfat artışında <i>Scenedesmus sp'</i> de ortalama klorofil a değişimi( $\mu\text{g/l}$ ).....	99
<b>Şekil 4.44.</b> 10g/l içeren Sahra çözeltisinde ve 10g/l içeren Sahra çözeltisine Sülfat ilave edilen halde <i>Scenedesmus sp'</i> de ortalama klorofil a değişimi( $\mu\text{g/l}$ ) .....	100
<b>Şekil 4.45.</b> BBM ortamında değişik Fosfat artışında <i>Scenedesmus sp' de</i> ortalama klorofil a değişimi ( $\mu\text{g/l}$ ).....	102
<b>Şekil 4.46.</b> BBM ortamında ve BBM ortamına70 mg/l Fosfat artışında <i>Scenedesmus sp'</i> de ortalama klorofil a değişimi ( $\mu\text{g/l}$ ).....	103
<b>Şekil 4.47.</b> Sahra çözeltisi ve farklı fosfat içeren Sahra çözeltilerinde <i>Scenedesmus sp'</i> de ortalama klorofil a değişimi .....	104
<b>Şekil 4.48.</b> 10g/l içeren Sahra çözeltisi ve bu çözeltiliye ilave edilen 70mg/l fosfat içeren çözeltide <i>Scenedesmus sp'</i> de ortalama klorofil a değişimi. ....	105
<b>Şekil 4.49.</b> <i>Lemna minör' de</i> Sahra çözeltisinde ve sera suyunda spesifik büyüme oranı .....	110
<b>Şekil 4.50.</b> <i>Lemna minör 'de</i> Sahra çözeltisinde ve sera suyunda artan yaprak ortalaması .....	111
<b>Şekil 4.51.</b> <i>L. minör 'de</i> Sahra çözeltisinde (10g/l) ve sera suyunda sararan yaprak görünümü .....	112
<b>Şekil 4.52.</b> <i>Lemna minör' de</i> Sahra çözeltisinde ve sera suyunda sararan yaprak ortalaması... ..	112
<b>Şekil 4.53.</b> Sahra çözeltisinde (10 g/l), 9-21 gün arasında sararan yaprak ortalaması .....	113
<b>Şekil 4.54.</b> Sera suyunda 7-21 gün arasında sararan yaprak ortalaması .....	114
<b>Şekil 4.55.</b> <i>Lemna minör' de</i> Sahra çözeltisinde ve sera suyunda sararan yaprak ortalaması....	114
<b>Şekil 4.56.</b> Farklı besi ortamlarının 20 günlük arpa fidelerinin dal ve kök uzunluğu üzerinde görsel etkisi .....	115

<b>Şekil 4.57.</b> 20 gün sonunda Hewitt, Sahra ve kontrol olarak damıtık suda büyütülen arpanın genel görünümü .....	116
<b>Şekil 4.58.</b> Değişik besi ortamlarında yetiştirilen arpa 'da 20 gün sonunda ölçülen klorofil a değerleri .....	117
<b>Şekil 4.59.</b> Değişik besi ortamlarında yetiştirilen arpa 'da 20 gün sonunda ölçülen ortalama klorofil b değerleri ( $\mu\text{g/l}$ ) .....	118
<b>Şekil 4.60.</b> Değişik besi ortamlarında yetiştirilen arpa 'da 20 gün sonunda ölçülen ortalama klorofil a + b değerleri ( $\mu\text{g/l}$ ) .....	119
<b>Şekil 4.61.</b> Değişik besi ortamlarında yetiştirilen arpa 'da 20 gün sonunda ölçülen ortalama karotenoid değerleri ( $\mu\text{g/l}$ ) .....	121
<b>Şekil 4.62.</b> Değişik besi ortamlarında yetiştirilen arpa 'da 20 gün sonunda ölçülen ortalama karbon değerleri (%) .....	122
<b>Şekil 4.63.</b> Değişik besi ortamlarında yetiştirilen arpa 'da 20 gün sonunda ölçülen ortalama azot yüzdeleri.....	123
<b>Şekil 4.64.</b> Değişik besi ortamlarında yetiştirilen arpa 'da 20 gün sonunda ölçülen ortalama C/N oranı (%) .....	125
<b>Şekil 4.65.</b> Grafikselsel değişik ortamlarda <i>Aydan Hanım</i> sertifikalı arpanın ortalama Sülfür oranı (%).....	127

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

$\mu$	Mikro
$^{\circ}\text{C}$	Santigrat derece

### Kısaltmalar

ANOVA	Analysis of Variance (varyans analizi)
$\text{CO}_2$	Karbon Dioksit
$\text{CO}_2^{\bullet}$	Karbon Dioksit Radikali
CO	Karbonmonoksit
$\text{CO}_2$	Karbondioksit
EPA	Amerikan Çevre Ajansı
L/dk	Litre/Dakika
m	Metre
ml	Mililitre
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
ppm	Parts Per Million
PM2.5	2.5 $\mu\text{m}$ Çapında Partikül Madde
PM10	10 $\mu\text{m}$ Çapında Partikül Madde



# 1. GİRİŞ

Küresel anlamda ülkelerin nüfus artışı her geçen sene daha da fazla tarımsal ürün gereksinimi anlamına gelmektedir. Gelişmiş ülkeler bu gereksinimi teknolojiye dayalı tarımsal faaliyetler sonucunda birim alandan daha fazla ürün elde edilmesi ile karşılamakta ve gereksinim duyan ülkelere pazarlayarak daha fazla gelir elde etmektedirler. Ancak bu durum gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasındaki uçurumu daha da derinleştirmektedir. Somut verilere dayalı olmamakla beraber Türkiye tarımsal ürünlerde çok yakın bir geçmişte kendi kendine yeterli bir ülke konumundan bugün saman dahi ithal etmek durumunda kalan bir ülke konumuna gelmiştir. Birim alandan daha fazla ürün elde etmek için tarımsal alanda teknolojinin kullanılması daha fazla gübre kullanımı anlamına da gelmemekte ancak ekilen arazinin ve ürünün gereksinim duyduğu ilave maddelerin tam ve zamanında sağlanması ile verim alınmaktadır. Tarımsal üretimin arttırılması bağlamında uygulanan bir başka çare de topraksız tarıma geçiş ile birim alandan çok daha fazla verim elde edilmesi esasına dayanmaktadır. Tarımsal faaliyetlerin insan hayatındaki olmazsa olmaz tarafı bu çalışmaların uzayda dahi yürütülmesine neden olmaktadır. Birim alandan daha fazla tarımsal ürün elde edilmesi amacı ile yapılan çalışmalar en son olarak ta karşımıza Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar (GDO) olarak çıkmaktadır. Bitkisel hastalıklara dayanıklı ve sanayinin istediği maddelere daha çok sahip olan ürünlerin yetiştirilmesi ile tarımsal alandaki açık giderilmekte ve ilave olarak ta sanayinin istediği ham maddelere daha yoğun bir şekilde ulaşmak mümkün olmaktadır.

Tarımsal faaliyetlerde kullanılan her türlü doğal dışı sanayi kaynaklı katkı maddeleri veya zararlıya karşı yapılan uygulamalar ve artan toplum bilinci son dönemde ürünlerin pazarlanmasında giderek daha fazla yer alan “organik tarım” uygulamaları ile elde edilen ürünlerin piyasaya sunulmasına yol açmıştır. Ancak denetim mekanizmalarının olmaması bu yaklaşımın da ne kadar ciddi bir uygulama olduğu hakkında soru işaretleri oluşturmuştur. Moda haline gelen organik tarımsal faaliyetlerin ne kadar organik olduğu tartışmalı bir konudur. Kimyasal bazlı ürünlerin yerini hayvansal atıklardan elde edilen gübrelerin alması çoğu yerde organik tarım olarak ifade edilebilen ürünlerle tanımlanmaktadır. Aslında bu tanımlama bir zorlamadan ileri gelmektedir. Hiçbir şey yapılmasa da toprak belirli ürünleri üretme kapasitesine

sahiptir. İşte bu olayın arkasındaki gerçekleri anlayabilmek doğal olaylara en doğal şekilde müdahale edebilmenin de tarifini yapabilecektir. Sadece tarımsal alanlarda değil göl olarak adlandırdığımız tatlı su birikintilerinde veya deniz ortamında da gübre gibi kimyasal ilaveler yapmadan organik gelişim olmaktadır.

Demek ki doğaya bir bütün halde bakabilirsek hem karada hem de sucul ortamlarda halen kontrolümüz dışında gelişen olayların arkasındaki nedenleri anlayabilirsek ve o olayları taklit edebilirsek doğaya en doğal şekilde müdahale etme sanatını geliştirmek mümkün olabilecektir. Gelişmekte olan ülkelerde ise tarımsal faaliyetler halen geleneksel tarım ile teknolojinin sağladığı imkanların birleştirilmesi ile sürdürülme gayreti içerisinde. Örneğin gübre uygulaması en azından toprağın analizi ile elde edilen sonuçlar ile birleştirilmeye ve gerekenin verilmesi şeklinde bir uygulamaya yönlenmeye çalışılmaktadır. Burada akla gelen soru ise bitkinin gereksinim duyduğu elementlerin neler olduğu veya o bitkinin ekildiği alandaki toprağın o bitkiye ne verebileceğidir. Genel anlamda bu yaklaşım bitkilerin büyüme ve gelişmesi için makro ve mikro bitki besin maddelerine gereksinim duyması temelinden hareket edilerek bu amaçla geliştirilen değişik besin çözeltilerine dayanmaktadır. Tarımsal faaliyetlerde gübreleme toprağın analiz sonuçlarına göre yapay gübre uygulamaları şeklinde yapılırken deneysel amaçlar için Hewitt veya Hoagland olarak adlandırılan besin çözeltileri referans olarak kullanılmaktadır [1]. Burada yaklaşım bitkinin gereksinim duyduğu besin tuzlarının ona yapay olarak verilmesi ve böylece bitkinin gelişiminin en üst düzeyde olacağı varsayımdır.

Doğal olarak çöl tozu taşıyan bulutlar ile oluşan yağmurların bitki gelişimi üzerindeki olumlu etkileri tarımsal kesim tarafından bilinmektedir ve bu yağışlar özellikle de bahar yağmurları toplumda “bereketli” yağışlar olarak tanımlanmaktadır. Ancak yağışa bereket sıfatının takılmasını ortaya koyan herhangi bir bilimsel çalışma da yoktur. Bahar yağmurları genellikle bereketli olarak adlandırılmakta ve bu bitkinin kış uykusu sonrasında gelişme dönemine rastladığı için suyla buluşmasının bir sonucu olarak kabul edilmektedir. Örneğin 2017/18 kış mevsimi Anadolu’da yeterli kar yağışına ve depolanmasına olanak vermemiştir. Bu olgu hemen küresel ısınma ile ilişkilendirilmiş olmasına karşın hemen birkaç bin kilometre yanı başımızda olan Avrupa ülkeleri ise çok soğuk ve yağışlı bir kış dönemi geçirmişlerdir.

Halbuki bahar yağmurları veya yurdumuzu etkileyen her türlü yağmur sinoptik ölçekli (çapı binlerce kilometre olabilen) meteorolojik olaylar sonucunda gerçekleşmektedir. Bu süreçte

örneğin Akdeniz üzerinde oluşan ve saatin dönme yönüne ters hareket eden sistem içi rüzgarları bulunduran bu atmosferik olay kuzeyden gelen soğuk hava kütesini harekete geçirirken güneyden de ılıman Afrika havasını sistemin içerisinde çekmektedir. İşte bu hareket sürecinde ormanlarla veya yeşil alanlarla veya buzla kaplı kuzey bölgelerden yer kaynaklı hiçbir şey sisteme giremezken güneyde rüzgarlar yerden milyonlarca ton çöl tozunu havaya kaldırabilmektedir.

Çöllere kalkan tozların kimyasal veya fiziksel koşullarında yerde veya havada herhangi bir farkı olmamakta ancak yukarıda belirtilen sinoptik ölçekli taşınım sürecinde kaynaklarından uzun mesafelere taşınabilen bulut ile temas etmeleri sonucunda ortama indirgenmiş demir, çeşitli eser elementler ve amino asitler ile sonuçlanan bir dizi reaksiyon mekanizması oluşturmaktadırlar [2], [3]. Her toprakta olduğu gibi Sahra kaynaklı topraklarda da bol miktarda bakteri ve mantar bulunmaktadır. Kuru halde uzun zaman süreçlerinde kimliklerini koruyan bu prokaryotlar su ile temas etmeleri sonucunda aktif hale geçmektedirler. Aktif hale geçen prokaryotlar da kısa bir zaman sürecinde hücre zarları dışına oksalat çıkarmaktadırlar. Örneğin *Aspegillus niger* adlı mantarın oksalat üretme özelliği halen endüstriyel boyutlarda oksalik asit elde edilmesi sürecinde başarı ile kullanılmaktadır. Kuru halde çöl tozlarından oksalat üretme kapasitesini harekete geçiremeyen doğa bu olasılığı çöl tozlarını atmosferik taşınım ile kaynaktan daha uzağa taşımak sureti ile gerçekleştirmektedir. Alçak basınç merkezlerine bağlı olarak çöllere kalkan tozlar her iki enlemde de daha kuzeye ve güneye taşınma süreçlerinde bulut ile temas etme veya bir başka değişimle su ile temas etmekte ve prokaryotların oksalat üretmesine yol açmaktadır.

Çöl Tozu (kuru) + Bulut (su) Çamur

Çöl tozlarının su ile temas etmesi sonucunda çöl tozları içerisinde de bulunan ve kuru olarak binlerce sene oldukları gibi kalabilen ve her bir gram tozda  $10^{12-14}$  sayısında olabilen prokaryotlar (bakteri, mantar türleri) dakikalar içerisinde aktif hale geçmektedirler. Aktif hale geçen prokaryotlar ise oksalik asit üretmekte ve bunu hücre zarlarından dışarıya reaksiyon 1'de gösterilen oksalat olarak çıkartmaktadırlar [2]

Bakterilerin Oksalat Üretmesi ( $C_2O_4$ )

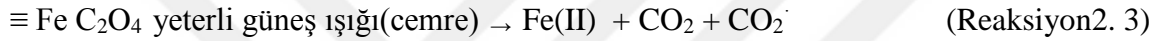
(Reaksiyon 1.1)

Bu aşamadan sonra oksalat çöl tozundaki kil mineraline yapışmakta ve kilin kristal yapısında bulunan demir ile birleşmesi sonucunda reaksiyon 2’de gösterilen demiroksalat ve bir molekül de suyun oluşmasına neden olmaktadır



$\equiv\text{FeOH}$  kil mineralini temsil etmektedir

Eğer bu olayın meydana geldiği yerde yani tozun bulutla buluştuğu enlem ve boylamda ve bulut seviyesindeki bir yükseklikte güneş enerjisi belirli bir eşik seviyenin üzerinde ise veya toplumda adlandırıldığı şekli ile “Cemre” düşmüş ise oluşan demiroksalat güneş enerjisinin katkısı ile parçalanmakta ve reaksiyon 3’te gösterildiği gibi ortama indirgenmiş veya “kullanılabilir demir” ve ayrıca bir mol karbon dioksit ve bir mol de karbonil radikali çıkarmaktadır.

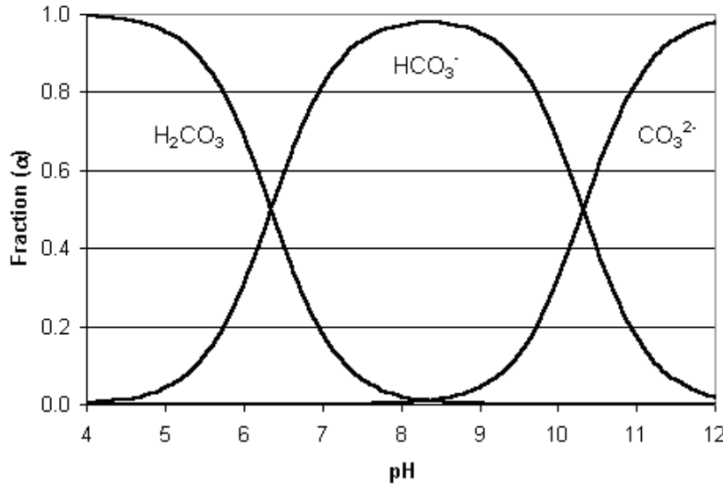


Oluşan  $\text{CO}_2^\cdot$  veya karbonil radikali çok kararsızdır ve eğer bir başka radikal ile birleşme olasılığı olur ise reaksiyon 4’te gösterildiği gibi başka bir oksalatın oluşumuna ve bir başka kil mineralinin daha da parçalanmasına yol açabilmektedir.



Çöl tozları içeren yağmur örneklerinde yapılan çalışmalarda yağmur suyunun pH değerinin 5,78 ila 7,97 arasında değiştiği rapor edilmiştir bu pH değerinde reaksiyon 2.3 sonucunda oluşan karbon dioksit bitki veya alg kullanımına hazır haldeki bikarbonata dönüşmektedir [4] .

Dolayısı ile toz bulut etkileşimi sonucunda eğer yeterli güneş enerjisi mevcut ise bulut içerisinde oluşan reaksiyon ve pH oluşan karbon dioksitin Şekil 1.2’de gösterilen grafiğe göre bikarbonata dönüşmesine neden olmaktadır. Bu olgu Rogora ve ark., (2004) tarafından İtalya’da yapılan atmosferik izleme çalışmalarında Sahra kaynaklı hava akımları sürecinde izlenen yağmurların İtalya’yı etkileyen yağışların %3 ila 17’sini oluşturmalarına karşın senelik toplam kalsiyum ve bikarbonatın %70-100’ünü taşıdığını göstermiştir [5].



**Şekil 1.1.** Sucul Ortamda Karbonat Bikarbonat pH Eğrisi [6]

Kil mineralinin yapısındaki demirin açığa çıkması ile kil minerali parçalanmakta ve ortama mineral yapısında bulunan eser elementler de çıkmaktadır. Saydam ve Şenyuva (2002) yaptıkları çalışmada bu eser elementlerden Mn ve Zn oluşumunu göstermişlerdir. Bu tez kapsamında yapılan ve bölüm 4.3.2’de bahsedilen kil mineral analizleri kil yapısında her türlü eser elementin olduğunu da göstermektedir. Çöl tozlarının bulut içerisinde geçirdiği başkalaşım sonucunda mineral yapısının parçalanması ile birlikte kil yapısında bulunan her türlü eser elementin sulu ortama geçeceği ve böylece bakteri ve mantarların gelişimi için uygun ortam hazırlayacağı ortadadır. Bunlara ilave olarak Mace ve ark (2003) Sahra çöl kökenli hava akımları süresince oluşan yağışlarda oluşum mekanizması belli olmayan olaylar sonucunda atmosferde amino asitlerin de oluştuğunu ölçmüşlerdir [7]. Bir başka deyiş ile Sahra çöl tozu içeren yağmurlarda amino asitlerin varlığını da göstermişlerdir. Amino asit oluşumunun gösterilmesi doğa için çok önemlidir çünkü amino asit proteinleri temel taşıdır. Doğada amino asitlerin nasıl var olduğu her zaman tartışılmış ve hatta meşhur Miller Urey deneyi ile doğada bu oluşumun hangi mekanizmalar kullanılarak oluştuğu kanıtlanmıştır. Sahra tozları içeren hava akımlarında bulut içerisinde amino asitlerin de oluşması yağmura neden bereket, rahmet sıfatının katıldığını da göstermektedir.

Dolayısı ile toz taşınımı sürecinde yağış oluşmakta ancak bu yağışlar yukarıda sayılan ve doğanın “hemen” kullanımına hazır kimyasal maddeler ile zenginleşmektedir. Bu doğal süreç jeolojik zaman süreçlerinden bu yana aksaksız olarak sürmekte ve doğa da bu olaya karşı

koşullanmış bulunmaktadır. Ancak burada önemli olan hususun her çöl kökenli tozun bulut içerisinde geçirdiği başkalaşım sürecinde ortama değişik oranlarda eser elementler ve amino asitler çıkarması nedeni ile alıcı ortamın da bu oranlara göre şekillendiği öne sürülebilir. Bir başka değiş ile Avustralya'dan kalkan çöl tozlarının bulut içerisinde meydana getirdiği reaksiyon ürünlerinin Gobi Çölünden kalkan tozların bulut içerisinde meydana getirdiği ürünlerden farklı olabileceği tezi alıcı ortamlar da izlenen farklı türlere bakılarak öne sürülebilir. Bulduğumuz coğrafyada yegane etkili çöl kaynağı Sahra çölüdür.

Kabul edildiği hali ile bitki tarafından, topraktan en çok alınan elementler azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum ve kükürt gibi makro besin elementleridir. Ayrıca bitkilerin kök korunması ve dağılımında önem taşıdığı görülmüştür. Toprağın önemi sadece oluşturan materyale bağlı değil belki onun için uygulanan işlemler, bulunduğu iklim ve bitki örtüsü gibi başka nedenler ispatlanmıştır [8].

Araştırmalara göre demir eksikliğin sebebi demirin az olmasından değil belki canlılar tarafından kullanabileceği formda bulunmamasıdır. Dolayısı ile herhangi bir toprakta demir eksikliği söz konusu değildir. Aslında toprakların analizlerine göre demir hem de yüzde 3-5-7 gibi oranlarda var olan mineralinin birisidir ancak bu demir stokiyometrik olarak durağan olan Fe(III) oksidasyon haldeki demirdir ve doğa bu demiri kullanamaz. Aynı olgu deniz veya tatlı suda da geçerlidir. Deniz atmosferinde de atmosfer yolu ile denizlere taşınan demir, deniz suyunda çok az miktarda çözünebilir ve yavaş çözünürlüğü sürecinde de daha derinlerine taşınır [9], [10]. Tüm bitkiler için besin elementleri makro ve mikro (iz elementleri) olmak üzere ikiye ayrılır ve Tablo 1.1'de özetlenmiştir [8], [11].

**Tablo 1.1.** Bitkiler için gerekli besin maddeleri ve özelliklerine göre sınıflandırılması [8], [11]

Fonksiyonel grup	Besin elementleri			Fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri
	Makro	Mikro	Bitkiler tarafından alınış şekli	
I	C H O N S		CO <sub>2</sub> , HCO <sub>3</sub> H <sub>2</sub> O H <sub>2</sub> O, O <sub>2</sub> NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , N <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , SO <sub>2</sub> İyonlar toprak çözeltisinden ve gazlar atmosferden alınırlar.	Organik moleküllerin en önemli yapı maddeleridir. Enzimatik işlevlerle atomik grupların temel elementleridir Yükseltgenme-indirgenme olayları sonunda organik maddeye dönüşürler.
II	P	Si B	Fosfat Silikat Borik asit ya da borat köklerden toprak çözeltisinden ve yapraktan alınırlar.	Bitkilerde bulunan fosfat, silikat ve borat iyonlarıyla esterleşme oluşur. Enerji aktarım tepkimelerinde önemli fosfat esterleri görev yapar.
III	K Ca Mg		İyonlar toprak çözeltisinden köklerle ve yapraktan alınırlar.	Bitki hücrelerinde osmotik potansiyel üzerine etki yaparlar. Enzimatik tepkimelerde belirgin işlevlere sahiptirler. Madde-

		Na, Cl		enzim tepkimelerinde köprü görevini yerine getirirler. Anyonların difüzyonunu ayarlamak suretiyle membran geçirgenliğini ve elektron potansiyelini etkiler
IV	Fe, Cu, Zn, Mo		İyonları (Mo ya da $MoO_4^{2-}$ ) şeklinde toprak çözeltisinden ve yapraklardan alınırlar.	Enzimlerin prostetik gruplarında temelde kleyt şeklinde yer alırlar. Elektrik yük değişimi yoluyla elektron aktarımında görev yaparlar.

Bu elementlerin bitki gelişimi için olmazsa olmaz olduğu bilinmekte ancak hangi oranlarda olacağı veya geliştirilen bir besin çözeltisinin ne kadar universal olduğu bilinmemektedir. Örneğin Avrupa’da pazarlanan bir besin çözeltisinin Arjantin’de veya Japonya’da ne kadar geçerli olduğu bilinmemektedir. Uygulama önce toprak analizi ve eksik olan mineralin giderilmesi şeklinde olmaktadır. Susuz tarım için ise böyle bir tanımlama yoktur. Bitkinin her yerde aynı oranlarda eser element oranlarına gereksinim duyacağı varsayılmaktadır.

### 1.1. Çöl Tozlarının Besin Değerinin Gösteren Çalışmalar

Yücekutlu (2004) tarafından gerçekleştirilen tez çalışmasında Sahra çöl tozu ile yetiştirilen sertifikalı buğday, Hewitt besin çözeltisine eşdeğer ve daha fazla olumlu sonuçlar verdiği gözlenmiştir ve günümüzde daha değerli “organik tarımın en doğal şekilde gerçekleştirilebileceğini ispatlamıştır [12].

Yerkürenin başka yerlerinden örneğin *Afganistan’ın İran* sınırında bulunan Farah vilayetinden kalan ve Arap denizinin üzerine ulaşan tozların yüksek oranlarda nitrat ve nitrit içerdiği ve bu tozların etkisinde kalan deniz alanlarında belirli süre sonra olağan üstü alg patlamaları izlenebildiği Göral (2004) tarafından yapılan çalışmada göstermişti [13].

Sanin ve ark. (2005), biyolojik bozunuma yöntemiyle parçalamak amacıyla kullanılan 2 tür mantarların beslenmesi sırasında besin maddesinin yanı sıra Sahra tozu da kullanılmıştır. Sonuca göre Sahra tozu kullanmak suretiyle mantarların ihtiyaç duyduğu besin maddesi karşılanmaktadır [14].



Yılmaz'ın (2006) *Arthrospira platensis* üzerinde yapmış olduğu deneylerde klasik büyüme koşullarına ek olarak kuzey Afrika, İran ve Anadolu topraklarının bulut içerisindeki davranışları sonucunda elde edilen ürünler ile hazırlanan reaktörler kullanılmış ve Sahra toprağı kullanılarak elde edilen *Arthrospira platensis* 'in en yüksek verimi verdiği saptanmıştır [15].

Ezzati (2009)'in atmosferik taşınımına giren değişik kaynaklı toprakların bitki gelişimine etkilerini araştırmış ve çöl kökenli topraklar ile sağlanan bitki gelişiminin en az gübre karışımı kadar ve daha fazla verimli olabileceğini göstermiştir [16].

### **1.2.Sahra Tozları Atmosferdeki Sülfatın Kaynağı Olduğunu Gösteren Çalışmalar**

Jeolojik zaman süreçlerinde sülfatın bilinen tek kaynağı volkanik aktiviteler idi. Ancak endüstriyel devrim sonrasında sülfatın büyük oranda endüstriyel kirlilikten kaynaklandığı ve asit yağmurlarına da neden olduğu bilinmektedir. Sülfat parçacığı ise bilinen en iyi bulut oluşturma çekirdeği olduğundan bulut oluşumuna yol açmakta ve güneş ışığını ve dolayısı ile enerjisinin daha fazla uzaya yansımaya neden olmaktadır. Kubilay ve ark (2002) Doğu Akdeniz'in kuzeyinde Erdemli örnekleme istasyonuna Karadeniz'den gelen hava kütleleri incelemişler. Bu araştırma sonuçları sülfat ve MSA Karadeniz 'de *Emiliana huxleyi* algın patlamalarına bağlı olduğunu göstermiş ve Sahra kökenli yağmurlar denize inmesi zaman, MSA konsantrasyonlarındaki artışın Karadeniz'deki olası *Emiliana huxleyi* patlamalarından olduğunu göstermiştir [17].

Saydam ve Şenyuva (2002) ve Kraemer (2004) çalışmalarında Sahra'dan geldiği bilinen hava örneklerinde ölçülen toplam organik azot ile kalsiyum, magnezyum, sülfat ve nitrat arasında kuvvetli korelasyon olduğu tespit edilmiştir [2], [18]. İngiltere'de yapılan Great Dunn Fell deneyinde de Atlantik'ten gelen ve endüstriyel kirlilikten etkilenmediği fark edilen bulutların içerisinde sülfat MSA bulunmuştur [19].

Bir başka çalışmada Bennama (2006) Libya'nın kuzey batı bölgesinden toprak örneklerinde yağmur oluşumunda temel etken olan sülfatın kaynağı varlığını gösterilmiştir. Bu çalışmada *Sahra'nın* Libya sınırları içerisinde kalan ve Al'hamada olarak isimlenen bölgeden atmosfere yüksek oranda sülfat taşınabileceğini ve bulut içerisinde ideal bulut oluşturma çekirdeği olmasını göstermiştir [20] .

### 1.3. Sahra Tozlarında Bulunan Demir Kaynağı ve Alg Patlama Olayı

Demirce zengin tozun fitoplanktonlar üzerine olan etkisinin pozitif olduğu bilinmektedir. Toz aktivitesi ve fitoplankton popülasyonları arasındaki ilişkiyi Antarktika'da buz kütesinden alınan jeolojik numunelerde en son meydana gelen buz çağında okyanuslara bulunan toz miktarı günümüzdekinden 10 kat daha fazla olduğu gösterilmiştir [21], [22].

Toz girişlerinin, okyanuslarda yaşayan azot sabitleyen bakteriler için demirin limitleyici besin elementi olması nedeniyle azot sabitleme oranlarında çok önemli bir etkisi vardır [23]. İlk defa Martin et al. (1988) tarafından ortaya konan bu olgu pek çok kez denenmiş ve demirin alg patlamaları üzerindeki etkisi net bir şekilde gösterilmiştir. Pasifik Okyanus dünyada en çok yer kaplayan su kütesidir. Bu okyanus yüksek oranda besleyici maddelere sahiptir ancak düşük klorofil a içermektedir (HNLC). Alg gelişimi için gerekli olan besin tuzları ve yeterli güneş ışığı olduğu halde alg gelişiminin meydana gelmemesinin nedeni Martin tarafından bu okyanusun karalardan çok uzak olduğu ve atmosferik tozların dolayısı ile de demirin yeterince gelememesi olarak tarif edilmiştir [21] .

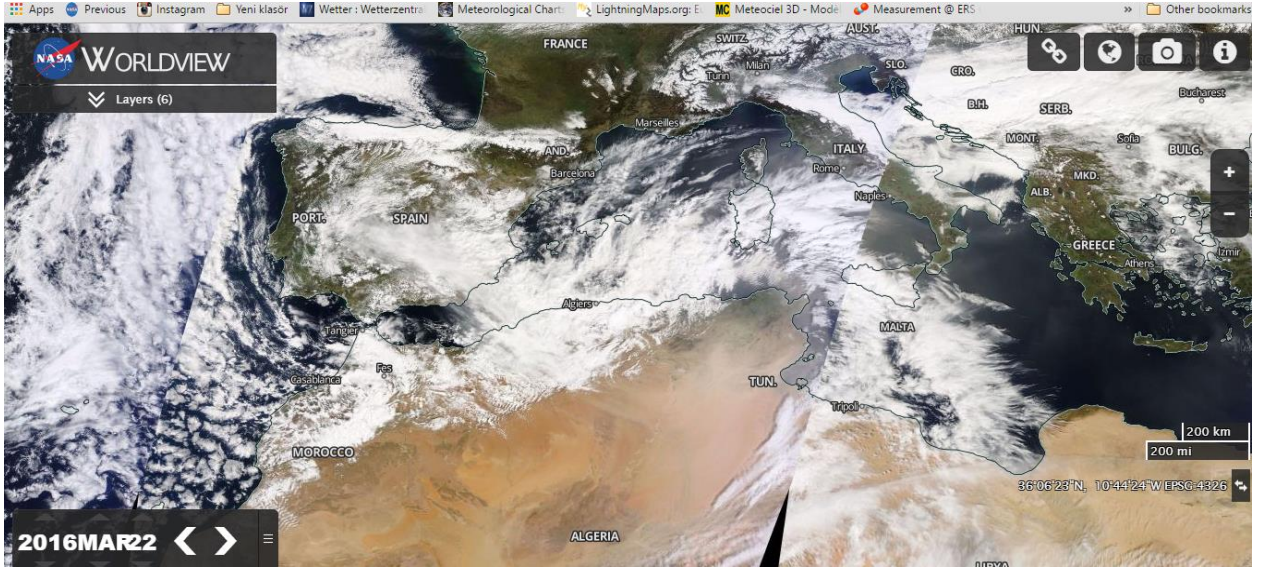
Martin hipotezinin doğruluğunu test eden deneyleri defalarca yapılmış ve her seferinde demir ilave edilen bölgelerdeki alg patlamasının onlarca kez arttığı hatta bir seferinde de bu oluşumun uydular aracılığı ile de tespit edilebildiği gösterilmiştir [24], [25]. Demir tabiatta çözünemeyen şekilde Fe(III) halinde bulunmasına rağmen kullanılabilir Fe(II) oksidasyon halindeki demirdir. Yapılan deneylere göre denizlerde alg patlamalarının nedeni denize indirgeniş demir (demir sülfat) katılmasıyla ortaya çıkmaktadır. Yani alg patlamasını tetikleyen ana unsur indirgenmiş demirdir [21], [22].

Çöllerden kalkan tozların yapısında bulunan demir ve diğer besin elementlerinin okyanus biyokimyasını değiştirebileceği ve tropik ormanlara gübre gibi etkisi Chadwick, et al. (1999), Okin, et al. (2004) tarafından incelenip, gösterilmiştir [26], [27].

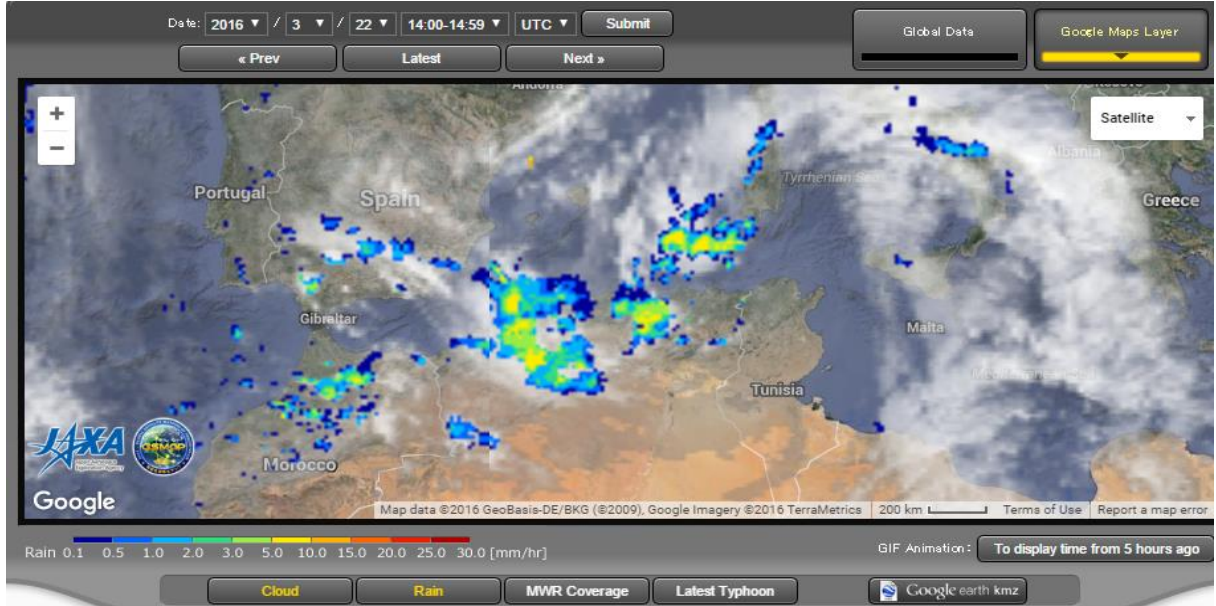
Aytekin, (2005) tarafından İran ve Sahra topraklarında yapılan bir çalışmada, her iki topraktan 10 gram örnek 500 ml suyla 1000 wattlık lamba önünde 0, 30 ve 60 dakika bekletilmiştir. Işıklandırmadan 30 dakika sonra Fe(II) değerleri sırasıyla, 630 ppb ve 264 ppb olarak ve 60 dakikadan sonra elde edilen Fe(II) değerler 690 ppb ve 390 ppb olarak ölçülmüştür. Bu

çalışmanın sonuçlarına göre İran topraklarının Sahra çöl toprağından daha fazla kullanılabilir demir üretebildiğı ortaya konulmuştur [28], [29].

Çöl kökenli tozların yağışla denize inmesi sonucunda alg oluşumuna etkisi şu olay ile bir kez daha gösterilmiştir. 22 Mayıs 2016 günü Kuzeybatı Afrika'da Cezayir Tunus üzerinde ve açıklarında batı Akdeniz'de toz bulut olayı gerçekleşmiştir. Bu bölgede deniz suyuna etki edecek başka hiçbir neden yoktur. Nehir girdisi veya dipten su çıkma olayı gibi suya denizden veya karasal kaynaklardan ilave besin kaynağı katılması olasılığı bulunmamaktadır (Şekil 1.2) [30].



Şekil 1.2. MODIS uydu verisine göre 22 Mayıs 2016 günü Cezayir ve Tunus önlerinde toz bulut etkileşimini gösteren uydu görüntüsü

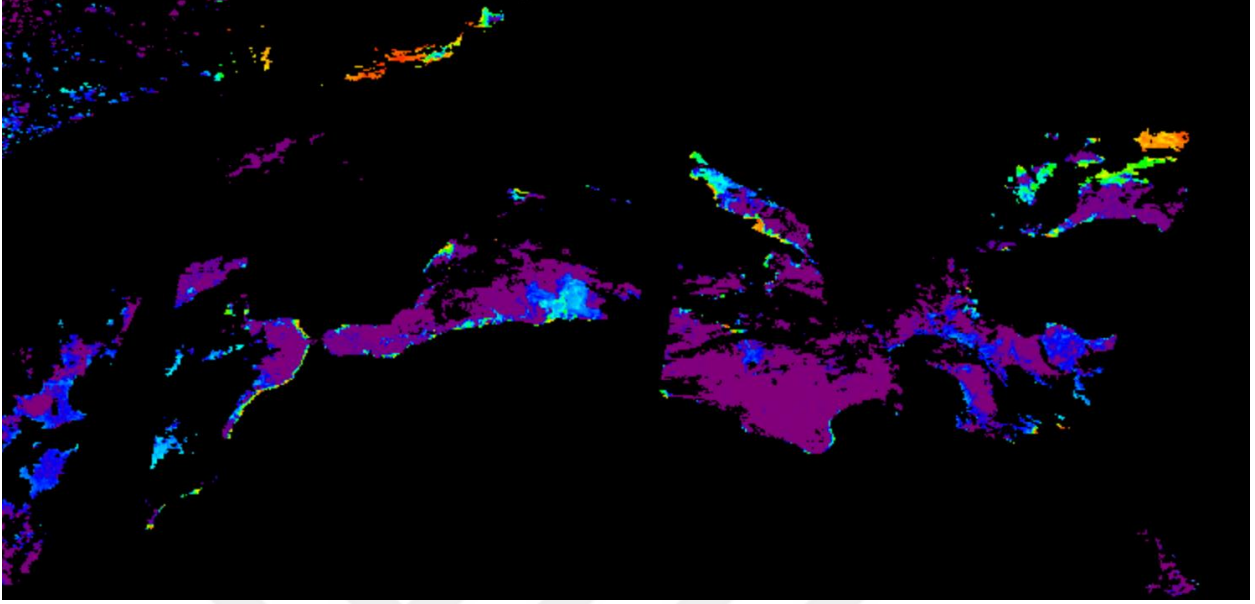


**Şekil 1.3.** JAXA sitesinden alınan bu yağmur verisine göre saat 14:00-14:59 arası toz bulut etkileşimi olan yerde kaydedilen yağışın dağılımı ve şiddeti

Toz bulut ve yağış etkileşiminin Cezayir önlerinde olduğu Şekil 2.3 izlenmektedir [29].

Tozların alg gelişimini tetiklemesi yaklaşımımız doğru ise anılan bölgede ve de güneş enerjisinin en yüksek olduğu saatlerde kaydedilen yağışlı bölgede alg oluşumu beklenmektedir.

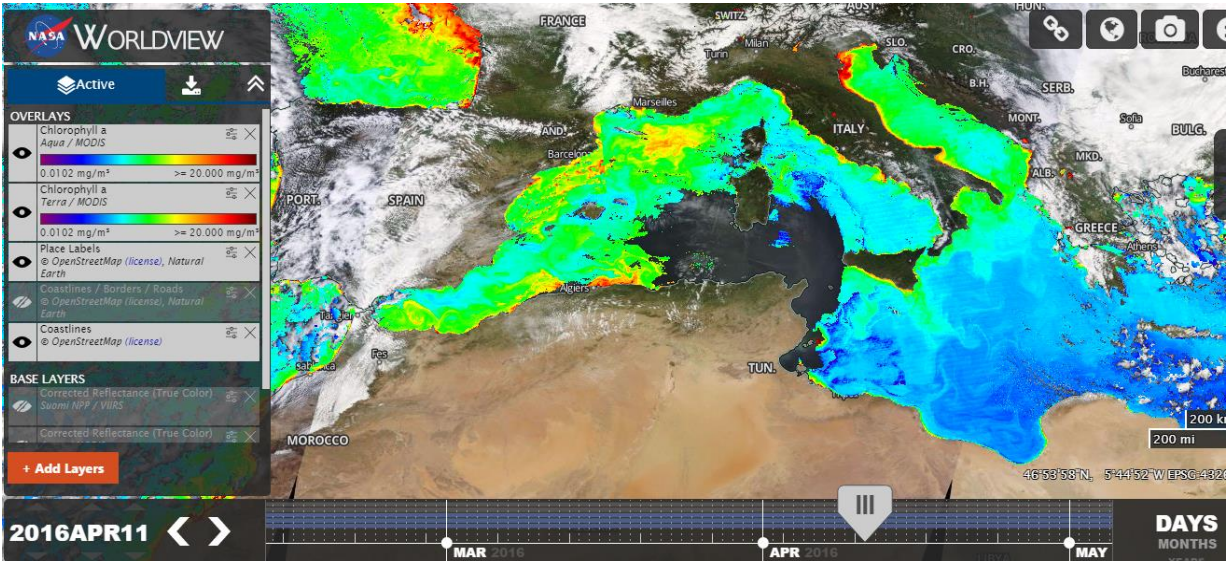
Ancak yağmurla yere inen bu maddelerin alg oluşumunu tetiklemesi ve alglerin uydu verileri ile izlenmesi için en az alg türüne göre örneğin *Emiliana huxleyi* için 7-8 veya *Trichodesmium* için ise 20-22 gün geçmesi gerekmektedir. Bu süreçler tamamen alg türlerinin gelişmesi için gerekli olan zamandır. Bu süreçten sonra tozlu yağışın olduğu yerde alg patlaması izlenmektedir.



**Şekil 1.4.** Cezayir Tunus önlerinde kaydedilen *Emiliana huxleyi* Alg Görüntüsü

Şekil 1.4’te gösterilen 29 Mart 2016 tarihli kalsit dağılımına özgü algoritma sonucu elde edilen uydu verisi Cezayir Tunus önlerinde *Emiliana huxleyi* alg patlamasını göstermektedir.

Şekil 1.6’da gösterilen 11 Nisan 2016 tarihli uydu verisi ise tozlu yağış alan Cezayir kıyı kesimi ve açıklarında alg oluşumunu göstermektedir. Toz bulut etkileşiminin denizlerde alg gelişimine neden olacağı ve Cemiliana hipotezi olarak adlandırılan bu yaklaşım küresel anlamda geçerlidir [29], [31].



**Şekil 1.5.** Cezayir önlerinde alg konsantrasyon dağılımı [29]

Nathan S Garcia ve ark tarafından yapılan bir çalışmada denizlerde Trichodesmium gibi azotu sabitleme aktivasyonu yapan canlıların da demire bağlı olduğunu rapor edilmiştir [30].

Küresel anlamda alg patlamaları için başka bir örnek ortam, Arap Denizi'nin kuzey ve orta alanlarında görülmektedir. Arap Denizi küresel anlamda içerdiği yüksek klorofil a ve dolayısı ile karbon yutağı olabilmesi nedeni ile önem taşımaktadır. Bu denizde yapılan araştırmalar yüzey sularında özellikle kuzey doğu muson sonrasında aşırı miktarda nitrat ve nitrit yüklenmesi olarak yayınlanmış ve bunun nedeni de bulunamamıştır. Göral (2004) tarafından yapılan çalışmalarda Afgan topraklarının yüksek oranlarda nitrat ve nitrit içerdiği ve bu oranın da Arap denizine özellikle Kuzey Doğu Musonlar sürecinde toz taşıyan bölgelerde yüksek olduğu gösterilmiştir. Dolayısı ile Arap Denizi gibi yağış miktarı az ancak kuru toz çökmesinin çok olduğu ve bu tozlarda Sahra çölünden daha da fazla bulunan demir gibi besin maddelerin yanı sıra nitrat ve nitrit gibi besin tuzlarının, fitoplanktonlara fotosentetik aktivitelerinde artışa sebep olup alg patlamalarına neden olduğu anlaşılmıştır [32] .

Ceylan (2016) tez çalışmasında uydudan elde edilen verilere göre küresel anlamda deniz ortamında meydana gelen alg patlamalarının, çöl kökenli tozların çökmesi ile pozitif bir ilişkisi olduğunu göstermiştir [33].

#### **1.4. Atmosferde Sahra Tozlu Günlerde Bakteri ve Mantarın Yük Değişimleri**

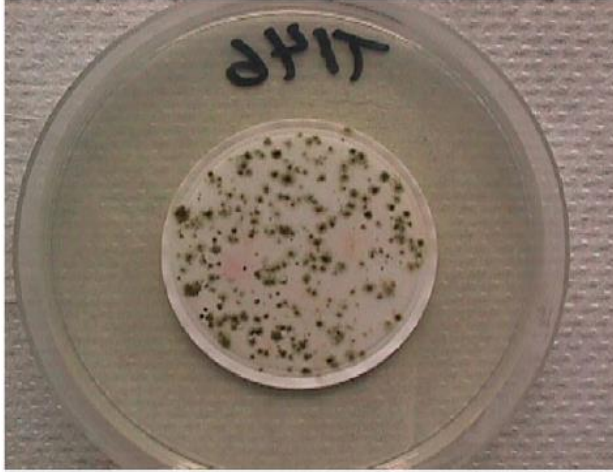
Bilim dünyası halen atmosferdeki oksalatın kaynağını endüstriyel kirlilik olarak bilmektedir. Saydam ve Şenyuva (2002) ise oksalatın çöl kökenli tozlar tarafından üretildiğini ve bunun nedeninin çöllerin toz taşınımı sürecinde atmosfere bulut içi reaksiyonlar olduğunu göstermiştir [2].

Çöl tozlarının atmosfere çok miktarda bakteri ve mantar çıkardığı araştırmacılar tarafından gösterilmiştir [34], [35], [36], [37], [38], [39].

Ayrıca Saydam ve Şenyuva (2002) araştırmalarında çöl kökenli tozunu Co<sup>60</sup> gama radyasyonu ile ışınlamışlar, Sahra toprağında bakteri ve mantarın sterilizasyonunu gerçekleştirmişlerdir ve örneklerde oksalat tarafından tetiklenen reaksiyon sonucunda oluşan indirgenmiş demirin steril örneklerde oluşmadığını göstermişlerdir. Bu deneyin sonuçlarına göre Sahra toprağında bulunan bakteri ve mantarların indirgenmiş demir oluşumunda gerekli unsur olarak göstermiştir [2].

Türkiye’de Erdemli, Mersin’de 2002 yılında, 18 Mart – 27 Ekim tarihleri arasında Sahra tozu taşınımı sürecinde toplanan 220 hava örneğinin mikrobiyolojik incelemeleri sonuçlarına göre toplam 257 bakteri ve 2598 mantar kolonisi (CFU) besi ortamında (agar) tespit edilmiştir (Şekil 1.7) [34].

Glavin ve ark. (2001) ile Nagata ark.(2001) ve Mace ve ark. (2003)’e göre atmosferik örneklerin içerisindeki glicin, pirolin ve valin gibi önemli amino asitlerin varlığı *E-coli* gibi bazı bakterilerin aktiviteleri sonucunda oluşmaktadır [35], [40], [7].



**Şekil 1.6.** Sahra tozlu atmosferden alınan hava numunelerinde membran üzerinde bakteri ve mantar kolonileri oluşumu

Bahar mevsiminde Sahra çölünden kaynaklanan toz aktivitesi şiddetini artmaktadır [41]. Ayrıca çeşitli mikroorganizmalarda bu tozlarla beraber uzun mesafeleri geçip tüm dünyaya yayılabilmekteler [34]. Yaklaşık her gram Sahra tozunda  $10^7$ - $10^9$  prokaryot bulunmaktadır [41].

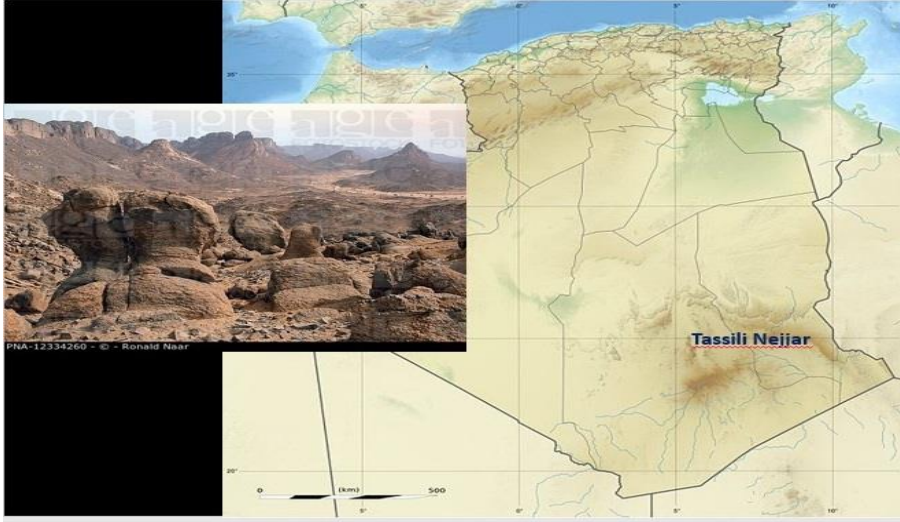
**Tablo 1.2.** Sahra Toprağında Bulunan Bakteri Ve Mantar Türleri [42]

Bakteri Türleri	Mantar Türleri
Nocardia	Aspergillus
Streptomyces	Penicillium
Bacillus	Mucor
Micrococcus	Cladosporium
Staphylococcus	Paecilomyces
Pseudomonas	
Corynebacterium	

Gram-positive bacillus (unidentified)	
Gram-negative bacillus (unidentified)	
Nonfermenter Gram-negative bacillus	

Sahra toprağındaki oksalik asittin bakteri ve mantarlar tarafından oluşması Saydam ve Şenyuva tarafından ortaya koyulmuştur [2]. Bölümümüzde E.Aghlara tarafından yapılan ve iç ve dış ortam hava kalitesini etkileyen faktörler arasında dış ortamdaki bakteri ve mantar sayısı artışına neden olan olayın çöl kökenli toz taşınımları olduğunu deneysel olarak ölçtükleri bakteri ve mantar sayısı ile göstermiştir [43].

Çöllere üzerinde çalışmalara göre Sahra iklim değişikliğine bağlı olarak belirli dönemlerde yeşil ve Amazon gibi bir bitki ve yaşam örtüsü ile kaplıymış. Bu yargıya günümüzde Sahra Çölü'nün en kurak yerinde bulunan ve Şekil sonucunda yerden kalkan tozlar sadece kil minerallerinin 1.8'de gösterilen Tassili n'Ajjer mağara duvarlarında çeşitli tropik hayvanların gravürlerinin olması nedeni ile ulaşılmaktadır.



Şekil 1.7. Güney-doğu Cezayir'de Tassili n'Ajjer [44].

Şekil 1.8'da gösterilen mağara gravürleri geçmiş dönemlerde yaşanan iklim değişikliği döneminde halen Sahranın en kurak yerlerinden birisi olan bölgenin ormanlar göller nehirler ile kaplı olmasını gerektirmektedir. O dönemlerde yaşayan canlıların kalıntıları ise günümüze



selüloz veya doğada ondan sonra en bol bulunan madde olan kitin olarak yansımaktadır. Dolayısı ile meteorolojik olaylar sonucunda yerden kalkan tozlar sadece kil minerallerinin taşınımı ve dağılımının ötesinde geçmişte yaşamış canlıların selüloz veya kitin olarak geride kalan izlerini de taşıma potansiyeline sahiptirler [44].



**Şekil 1.8.** Tassili n'Ajjer Sahra Çölü'nün Cezayir bölümünde yer alan mağaralardaki gravürler görüntüsü. [44].

### 1.5. Tezin Amacı

Bilim dünyası küresel anlamda toz taşınımının var olan uydular aracılığı ile veya yer seviyesindeki çeşitli atmosferik izleme kuleleri veya güneş fotometreleri aracılığı ile çok detaylı olarak bilmektedir. Bu tez çalışmasına temel teşkil eden çöl tozu bulut etkileşimi ve bunun sonucunda ortaya çıkan elementel dağılımın alıcı ortama etkileri ise bilim dünyasının şimdiye kadar üzerinde durmadığı konudur.

Doğada önemli olan olgu, bir şeyin nasıl nerede ve hangi koşullarda oluştuğunun gösterilmesidir. Veya bir başka deyiş ile doğada bir şeyin var olup olmadığının gösterilmesi çok önemlidir. Ne kadar, sorusu ise daha sonra cevabı aranacak bir olgu olmaktadır. Çöl kökenli tozların bulut içerisinde oluşturdukları reaksiyonlar sonucunda ortama doğa tarafından hemen kullanıma hazır

indirgenmiş demir çeşitli eser elementler ve de belki de en önemlisi olarak her türlü amino asitleri sunulabiliyor olması çok önemlidir. Doğadaki bu mekanizmanın anlaşılması ona en doğal şekilde müdahale edilmesi sanatını da beraberinde getirmektedir. Bu tez çalışması da bu varsayım üzerinde kurgulanmıştır. Eğer doğa çöl tozu ve bulut etkileşimi sonucunda yağmur suyunun yukarıda bahsi geçen ögeler tarafından zenginleşmesini sağlıyor ve bu zenginleşmiş su alıcı ortamda gelişmeye neden olabiliyor ise bu olayın taklit edilebilir olması gerekmektedir. Bu tez çalışması da bu varsayımın olup olmadığını çeşitli alıcı ortamlar kullanarak denemek şeklinde kurgulanmıştır.

Bu çalışmada sahra toprağı ve su karışımından oluşan ve ‘bereketli su’ olarak tanımlanan çözelti ile değişik ideal besi ortamları, besi ortamı etkisi açısından karşılaştırılmıştır. İlk deneyde Sahra toprağının sulu kesiminin sucul ekosistemlerin birincil üretici canlıları olan alglerin üç türü üzerine kurgulanmıştır. Sahra toprağının bulut içinde geçirdiğı evrelerin taklit edilmesi üzerine kurgulanan deneyler daha sonra Sahra toprağına yine doğada oluşan bazı katkı muadelerinin de ilavesi ile alıcı ortamın davranışlarının incelenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmaların sonuçları itibarı ile Sahra tozunda bulunan besin maddelerinin ötrofikasyon (alg patlama) olayı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Ötrofikasyon bilinen veya kabul edilen tarifi ile fitoplankton gelişimi için gerekli olan besin tuzlarından herhangi birisinin doğal olmayan nedenler ile artması sonucunda gelişen alg gelişimi olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmada ise “bereketli suyun” ve bazı doğal katkı maddelerinin ötrofikasyona neden olup olmayacağı da incelenmiştir.

İkinci deney setinde “bereketli suyun” durgun su sistemlerinde yaşayan bir bitki türü olan *Lemna minor* (su mercimeğı) üzerindeki etkileri göreceli olarak incelenmiştir; *Lemna minör* kapladığı alanlar ve her türlü coğrafik koşulda yaşamını sürdürmesi anlamında küresel anlamda önemli bir bitkidir.

Üçüncü deney setinde ise “bereketli suyun” tarımsal üretim açısından önemli olan bir arpa türü (*Aydan Hanım* sertifikalı arpa) üzerindeki büyüme etkisinin izlenmesi yapılmıştır.

Deney süreçlerinde kullanılan bu organizmalar ve ötrofikasyon hakkında da şu temel bilgiler bulunmaktadır.

## 1.6. Alglar

Küresel anlamda en yaygın canlı türlerinden ve de küresel anlamda yaşamı destekleyen yegane olgu alglerdir. Alglar fotosentez ile atmosfere net oksijen sağlayan organizmalardır. Genel kanı ağaçlar olmaktadır ancak ağaçlar bu işlevi sadece gündüz yaparlar ve gece de tam tersine ortama karbon dioksit salarlar. Yaşam döngüleri sonunda da deniz ortamında ya dip çamuruna katkı yaparlar ya da denizdeki besin tuzu deposuna geri dönerler. Karbon döngüsüne katkıları ise çok daha uzun süreçlerde olur. Deniz bilimleri alanında küresel katkıları bilinen algler son senelerde dünyada insan nüfusu ve enerji talebi arttıkça yeni bir doğal enerji kaynağı olarak ilgi çekmektedir. Fosil yakıtların (doğalgaz ve ham petrol gibi) kaynakları; yavaş yavaş azalması nedeniyle daha kompleks teknikler kullanılarak enerji elde edilmesine çalışılmaktadır. Alglerin diğer fotosentez yapan bitkilere göreceli üstünlüğü alglerin CO<sub>2</sub> sabitleme oranı, güneş ışığını depolanması ve enerjiye dönüştürme oranının daha yüksek olmasına dayanmaktadır. Bu oran algler için %3, bitkiler için ise % 0.2-2 aralığındadır [2]. Mikroalglerin tarım için uygun olmayan alanlarda yetiştirilebilir ve içilebilir suya ihtiyaç duymaması da bir başka üstünlüktür [45]. Alternatif enerji kaynağı olarak biyodizel ve biyoyakıt günümüzde Avrupa'nın önde gelen enerji türlerinden biri olmuştur. Mikroalglerin de biyodizel üretimi için yenilenebilir ve sürdürülebilir enerji hammaddesi olabilme olasılığı giderek daha ilgi çekmektedir [2], [3].

Halen kullanılan iki tür teknik alg yetiştiriciliği vardır. Bunlar deniz yosunu ve mikro yosun üreticiliği olarak adlandırılırlar. Deniz yosunları 5 metreden daha büyük olabilir ve büyük yapraklara sahiptirler. Bunlar çoğunlukla gıda amaçları ile hasat edilirler.

Alglar güneş enerjisi sayesinde fotosentez yaparak karmaşık yapıları şekerler halinde besin maddesi üretmeleri sebebiyle çok önemli bir yere sahiptirler. Mikroskobik alglerin Dünya'nın oksijen kaynağı olmalarının yansısı atmosferik karbondioksitin depolanmasında da önemli bir role sahiptirler. Besin zincirinin ilk halkasıdır ve yaşam döngüleri sona erdiğinde çoğunlukla bakteri ve mantarlar tarafından ayrıştırılmaktadırlar. Bu nedenle yaşam döngülerini kontrol eden çevresel faktörler ekoloji için oldukça önemlidir. Yıl boyu kültüre alınabilmeleri, tarıma uygun olmayan alanlarda üretilebilmeleri, suyu ve güneş enerjisini en verimli kullanan sistemler olmaları nedeniyle son yıllarda, enerji kaynağı, gübre olarak, yem hammaddesi gibi alanlarda kullanılmaktadır [46].

Dünyadaki toplam suyun yalnızca %0.5'i içilebilecek niteliktedir. Kalan suyun deniz suyu ise tuz içermesinden dolayı tuzlu olarak sınıflandırılmaktadır. Gelişmiş ve sanayileşmiş ülkelerde yetersiz su rezervlerine rağmen su ihtiyaçlarını karşılamaktadırlar

Bazı mikroalgler sucul hayvan yetiştiriciliğinde besin olarak önemli rol oynarlar. Suyun tuzunun giderilmesi amacı ile tuzluluk arıtımı için mikroalglerin kullanımı iyi sonuçlar vermektedir.

Ayrıca ek karbon kaynaklarına ihtiyaç duymadan arıtım yapabildikleri için, algler mükemmel ekonomik değere sahiptirler [47] .

Alglerin iklimsel anlamdaki önemleri de karbon dioksit için net bir çökeltme alanı yaratmalarından ileri gelmektedir. Sanılanın aksine ormanlar veya yeşil alanlar fotosentez için gündüz vakti karbon gereksinimlerini atmosferden karbonu karbon dioksitten veya bikarbonattan elde ederler. Bu olgu sanki onların küresel karbon dioksit salınımına çare olarak algılanmalarına neden olmaktadır. Ancak bitkiler veya yeşil içeren organizmalar gece de ortama respirasyon ile karbon dioksit salarlar dolayısı ile net kayıptan bahsetmek mümkün değildir. Respirasyon gece ve gündüz devam eder ancak fotosentez sadece güneş ışığının olduğu zamanlarda süren bir olgudur.

Respirasyon sürecinde oksijen kullanılır ve karbon dioksit üretilir. Fotosentez sürecinde ise bitkiler karbon dioksit kullanır oksijen üretirler. Fotosentez sürecinde üretilen glukoz bitkinin biyokütlesinde artışa neden olur. Ancak bitkinin yaşam süreci sonunda ölmesi veya yapraklarını dökmesi ile başlayan bakteriyel çürüme süreci de doğaya besin tuzlarının yanı sıra karbon dioksitin de çıkmasına neden olmakta ve dolayısı ile yeşil örtünün net bir karbon tutanağı olması yaklaşımına ters düşmektedir.

Algler ise oluşumları sürecinde fotosentez ile atmosferdeki karbonu tutmakta ortama oksijen vermekte ve oluşturduğu kalsiyum karbonat kabukları yaşamları sonunda derin denizlere taşıdığı için net bir karbon tutanağı olmaktadır ve bu nedenle iklimsel açıdan önemlidirler.

Bu çalışmada kullanılan alglerin gelişiminin takibi amacı ile kullanılan kontrol ortamı olarak literatürde de bahsi geçen ideal gelişim ortamları kullanılmıştır. *Arthrospira platensis*'in M2 (düz form) için BG11, *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus sp* için BBM olarak adlandırılan besi yerleri kullanılmıştır [48], [49].

### 1.6.1. *Arthrospira platensis*

*Arthrospira platensis*, yüksek oranda (% 70), protein içerdiği için önemli besin değerine sahiptir. Günlük 36 gram *Arthrospira platensis*, erişkin bir insanın tüm aminoasit ihtiyacını karşılar. Ayrıca *Arthrospira platensis* ham ıspanağın 58 katı ve sığır karaciğerinin 28 katından fazla demir içermekte ve kolesterolü düşürmektedir. Çiğ havuçtan 25 kat fazla beta karoten kaynağına sahiptir [50], [51]. *Arthrospira platensis*'in protein içeriği (%70), et ve soya fasulyesi ile karşılaştırılabilir protein seviyelerine sahiptir. O yüzden alternatif ve mükemmel bir amino asit kaynağıdır [52].

1974'te FAO tarafından (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Organizasyonu) geleceğin en iyi "gıdası" seçilmiştir ve gıda endüstrisinde umut verici bir besleyicidir [51].

Uzay istasyonunda ve uzay seyahatlerinde astronotlar tarafından protein ihtiyacının giderilmesi amacı ile de kullanılmaktadır. Günümüzde ticari olarak ta eczanelerde tüketime sunulan bir gıda takviyesi ürünüdür.

*Arthrospira platensis* büyük ölçekli üretimi ve ticari kullanım 1960'larda başladı [53].

*Arthrospira platensis* çiftlikleri ekili arazinin az olduğu ve bol miktarda su bulunan yerlerde (Hawaii, Fransa ve Yunanistan) suyun içinde yetiştirilir ve suda kolayca büyür. Hammadde olarak enerji, biyokütle, kimyasallar, gıda, eczane veya biyolojik kütle sanayi kullanımında uygundur.

*Arthrospira platensis* büyük rezervuarlarda hızlı ve kaliteli büyütülmesi ve çoğaltılması için optimum koşulların sağlanması gerekir. Algler için sudaki önemli faktörler; besin maddelerinin konsantrasyonu sıcaklık, ışık miktarı, pH, ortamın tuzluluğu ve havalandırma olarak önem taşımaktadırlar. Bu faktörlerin bir veya daha fazla olmadığında verim düşük veya az olacaktır ve hatta yosunların ölümüne yol açabilecektir

*Arthrospira platensis* nispeten yüksek pH (9-10) ile ve sıcaklığı aralığı 18-39°C sularda büyür [54], [55] .

Soya unu gibi başka bitkilerden elde edilen protein türleri ile karşılaştırıldığında, *Arthrospira platensis*de bulunan protein tipleri sindirilebilirliği % 58'den fazladır [54]. *Arthrospira platensis* 600 yıldan uzun süreli bilinen bir mavi yeşil alg kültürüdür ve ticari değere sahiptir [56].

*Arthrospira platensis* bu özelliklerinden dolayı biokütleden çok daha fazla öğeler içermekte ve

diyet takviyesinde ana besisi olarak birçok dükkanlarda 'Reform ürün' isminde satılmaktadır. *Arthrospira platensis* %1'lik klorofil a oranıyla yüksek yeşil pigmenti içeren alg türlerinden biridir [57], [58], [59]. Buna ek olarak, bu yosun içinde mavi bir pigment bulunur ve gıda ve kozmetik endüstrisinde mavi doğal renk verici olarak ta tüketilir. Öğreneğin Unilever gibi büyük gıda endüstrisinde mavi pigment bu alglerden kolay ve ucuz bir şekilde izole edilmektedir [60]. *Arthrospira platensis* optimum koşullarda yetiştirilmesi halinde, nispeten daha yüksek bir yağ içeriğine sahip olacağı ve dolayısı ile "biyo-yag", biyoyakıt veya biyo-yaglayıcı olarak kullanılabilirliği artacaktır.

Mühling ve ark *Arthrospira platensis*, palmitik asit ana yağ ve ardından linoleik (C18: 2 omega 6) ve  $\gamma$ -linolenik (C18: 3 omega 6) asitler içerdiğini göstermiştir. Bu sonuçlar, göre *Arthrospira platensis* ' de lipitler çoğunlukla fosfolipidler ve glikolipid polar olarak bulunmaktadır (% 15-25), ve esansiyel yağ asitlere de sahip olan bir alg türüdür. Esansiyel yağ asitlerin insan ve hayvanlara yaşamaları için gereken yağlardır ve vücutta sentezlenemezler [51], [61].

Ayrıca *Arthrospira platensis* (GLNA) esansiyel yağı bünyesinde bulunmaktadır ve en zengin kaynağı olarak bilinmektedir GLNA saç ve cilde yumuşaklık ve parlaklık sağlamaktadır [62]. *Arthrospira platensis* kansere karşı özellikle ağız kanserine karşı antioksidan özelliklere sahiptir ve ayrıca deney hayvanları üzerinde yapılan bazı araştırmalar kanser oluşumunu ve tümör büyüklüğünü azaltabileceğini göstermiştir [51]. *Arthrospira platensis* ile biyolojik mücadele etkisi domates üzerinde incelenmiştir. Bu çalışmada *Arthrospira platensis* ekim toprağa uygulanmıştır ve yüksek düzeyde *Clavibacter michiganensis subsp* bakteriyel hastalığı baskılanmış hem de domateslerde kuru madde miktarında artışına neden olmuştur [63]. Su ürünleri ve sucul hayvan yetiştiriciliğinde *Arthrospira platensis* önemli rol oynamaktadır ve yemlerde bulunduğu antibiyotik rolü oynamaktadır. Balık çiftliklerinde bakterilerin gelen hastalıklara antioksidan etkisi gösterip balıkların bağışıklığında önemli etkiye sahiptir. Tilapia isimli balık türünün yemi *Arthrospira platensis* ile zenginleştirilmiş ve balıkların enfeksiyonuna daha fazla direnç gösterdiği ayrıca ağır metalleri absorblama özelliğiyle ağır metalleri balığın vücudundan zarar vermeden giderilmesinde rol oynadığı gösterilmiştir. *Arthrospira platensis*, Nil Tilapia (*Oreochromis niloticus*) balık çiftliklerinde yem olarak kullanıldığında büyüme oranı ve hızını yaklaşık %12.2 artmasına neden olmuştur ve bu yosun yemlerde %75 seviyesine kadar yan etki vermeden kullanıla bilinirliği gösterilmemiştir.

Bakır sülfat uygulanan gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792)'nda bazı immun ve antioksidan parametreler üzerinde *Arthrospira platensis*'nin etkisi araştırılmış ve pozitif etkisi görülmüştür [64]. Bayram doktora tez çalışmasında alabalık kullanmış ve yaptığı toksisite denemesi ile değişik dozlarda 21 gün boyunca balıkları çeşitli bakır sülfat konsantrasyonlarında tutmuştur. Yapılan çalışma sonucunda balık yeminde *Arthrospira platensis* uygulanan balıklarda immun sistem parametrelerinde önemli miktarda olumlu değişimler gösterilmiştir. Dokulardaki stres indikatörü düzeyi çok düşük düzeye inmiş ve *Arthrospira platensis* balık yetiştiriciliğinde güvenli halde kullanılabileceğini göstermişler [65]. Alg kültürlerinin üretimleri oksijen, ışık, sıcaklık ve besin ve buldukları ortamın tuzluluğu gibi çevresel faktörlerle sınırlanmıştır. *Arthrospira platensis*'in diğer alg türlerine göre stresli ortamlara daha dayanıklıdır ve bu özelliğinden dolayı atıksu arıtımının da mükemmel bir performansı varlığını göstermiştir [66].

Jiang et al. 2015 yılında tuzlu fabrika atık su arıtımı için besin maddelerinin uzaklaştırılma amacıyla ile *Arthrospira platensis* olumlu performansını ortaya koymuşlardır [67].

*Arthrospira platensis* besleyici maddelerin geri kazanımı ve tuza gösterdiği tolerans, açısından çevre ve ekonomi için büyük önem taşımaktadır. *Arthrospira platensis* tuzlu göllerin ve lağım suyu ile karışmış olan suların arıtımında ciddi etkili görülmüş ve organik kirliliğin giderimi, kimyasal oksijen ihtiyacı (COD) optimal orandan daha uygun seviye indirmesini sağlamıştır [68], [69].

*Arthrospira platensis* azot geri kazanımındaki performansı ve diğer fotosentez yapan bitkilere göre 10 kat fazla karbondioksit uzaklaştırma özeliğine sahip olan bir önemli bir algdır. Düşük konsantrasyonda nitrat ve yüksek oranda organik içerikler bira fabrikanın atık suları *Arthrospira platensis* ile ön arıtma işlemine tabi tutulmuş ve besin konsantrasyonlarının izin verilen deşarj limitinin erişmesine sebep olmuştur. Dolayısıyla, *Arthrospira platensis* atık suyun besi dengeleme özelliğiyle atık suların çevresel problemlerini giderilmesinde etkili bir yoldur [64]. Sanayide *Arthrospira platensis*'in boyar madde giderimi amacıyla kullanılabilme performansı Zarrouk besi yeri kullanılarak gerçekleştirilmiş ve boyar madde olarak, azo-boyalardan olan Reactive Yellow, Reactive Red, Reactive Black 5 ve Basic Red 46 kullanılarak *Arthrospira platensis* 'in renk gideriminde etkisi kanıtlanmıştır [70].

### 1.6.2. *Chlorella vulgaris*

*Chlorella vulgaris* tek hücreli, gerçek çekirdeğe sahip yeşil bir tatlı su yosunudur [71]. *Chlorella vulgaris* ile yapılan araştırmalar 1950'lerde başlanmış ve üretim sistemlerinde yer almıştır.

*Chlorella vulgaris*, doğada ağaçların kabuklarında ve taşların üzerinde dahi yaşayabilmektedir [72]. *Chlorella vulgaris* yüksek oranda protein, vitamin, nükleik asitler (RNA, DNA) ve karotenoidler içerir. Yaşadığı ortamda strese dayanıklıdır ve 45°C sıcaklığa ve 450 µM tuz oranında bir sürece maruz kalırsa da hayatını devam ettirdiği görünmüştür [73].

*C. vulgaris*'in yetiştirilmesi kolaydır ve kullanımı, insan sağlığı açısından, araştırılmaktadır [74]. *C. vulgaris* sağlıklı proteinlerin içermektedir bir gıda takviyesi olarak kullanılır. %50-60 oranında proteinden oluşmakta olup klorofilin doğada bilinen en yüksek oranlı kaynaklardan birisidir. Selüloz çeperi sindirim sistemindeki ağır metaller (kurşun, cıva, kadmiyum gibi) ve zararlı kimyasal maddelere yapışarak onların vücuttan atılmasını sağlamaktadır O yüzden tıbbi değere sahiptir [72]. *Chlorella vulgaris* atıksu arıtımında azot ve fosfor gideriminde ve ağır metallerin atılmasındaki başarıları kanıtlanmıştır Alam ve diğ. (2015). *C. vulgaris*'in bulunduğu kirli kültür ortamından% 80 Zn ve% 60 Cd kendi hücrelerine zarar vermeden, birikebileceğini ve kirli suyun etkin bir şekilde temizlenebileceğini göstermiştir [75] .

Ayrıca insanın karaciğerini güçlendirdiği ve insan vücudundan cıva, kurşun gibi bazı ağır metalleri zararsız halde arındırmasına sebep olabildiği ve bu nedenle *C. vulgaris*'in kanserli hücrelerin büyümesine karşı kanser tedavisine bir önemli rol alabileceği öne sürülmüştür [76]. Beslenme uzmanları *C. vulgarisi* insülin ile ilişkili sinyal yollarını modüle edebildiğini göstermişler ve iki hafta boyunca onunla takviye edilen kemirgenlerin yüksek yağlı diyetlere tolerans gösterdikleri ve trigliserid oranının azalmasını görmüşlerdir [77].

*Chlorella vulgaris*'in balık yeminde kullanımında amilaz aktivitesinde önemli artışlara neden olup aeromonas hydrophila enfeksiyonuna karşı, balık larvalarının dirençlerini arttırdığı gösterilmiştir [78].

*Chlorella*'nın toksik olmayan bir enerji kaynağı olan biyo-yakıt üretimindeki potansiyeli de gösterilmiştir. Özellikle biyodizel için bir hammadde olan yağ içeriğine (Kuru ağırlığının yaklaşık %20'si yağ) sahip bir alg türüdür [79] .



Ayrıca biyodizel üretiminde de yenilenebilen, sürdürülebilir bir hammadde olarak gittikçe ilgi çekmektedir. Mikroalgal hücrelerindeki yağ artmasının ana mekanizma azot stresinin olduğu gösterilmiştir ve azot yoksunluğu, yağ içeriğini %4.5 ile %85.6'ya yükseltme potansiyeline sahip olduğu kabul edilmiştir [80]. Bu mekanizmanın prensibi nitrojenin sınırlı olduğu halde, yağ metabolizmasına gereken enzimleri kodlayan genlerin artmasına dayanmaktadır. Bazı mikroalgler bol miktarda lipid üretirler ve genellikle mikroalglerin azot eksiliği içeren gelişme koşullarında daha yüksek miktarlarda lipid üretmek üzere indüklenebilirler [80], [81], [82], [35], [83].

Normal büyüme koşulları altında ve azot sınırlamasını takiben mikroalglerin lipid içeriği *C. vulgaris*, %5-58; *C. sorokiniana*, %19-22; *Chlorella protothecoides*, %15-58; olarak hesaplanmıştır [45].

Türkiye'de başka araştırmada, karıştırmalı fotobiyoreaktörde yetiştirilen *Chlorella vulgaris*'in lipid veriminin artırılması için besi ortamındaki karbondioksit ve azot konsantrasyonları optimize edilmiştir. Besi ortamında nitrojen miktarındaki değişimlerin *C. vulgaris*'in lipid ve protein miktarında meydana getirdiği değişiklikler incelenmiştir ve yağ birikiminde yaklaşık %80 oranında ciddi artış olduğu kanıtlanmıştır [84], [85].

Algler gübre olarak kullanılmasını araştırmak için pek çok çalışma yapılmıştır. *Chlorella vulgaris* gübre etkisi domatesin topraksız ortamda yetiştirilmesi yöntemi ile araştırılmış ve yetişen domatesin meyvesi, bitkinin taze ve kuru ağırlığı, yaprak sayısı ve gövdesinde çap boyunda önemli artış görülmüştür [86].

Tekstil endüstrisinin kullandığı toksik boya maddeler atık sularla birlikte diğer su ekosistemlerine karışmaktadır. Çevreye tekstil gibi endüstrilerden çıkan atık sularda bulunan zararlı boya maddelerinin gideriminde *Chlorella vulgaris* kullanımı ekonomik ve biyoremediasyon bir yöntemdir. *C. vulgaris* giderim aktivitesi, boya konsantrasyonu artmasıyla, arttığı belirlenmiştir [87].

Sucul ortamlarda ilaçlar, pestisitler, fenol ve anilin gibi kirleticilerin bulunması doğa dengesine yıkıcı tehdit oluşturmaktadır. Fenol ve anilin türevlerinin *Chlorella vulgaris*'e olan etkileri 96 saatlik deney süreçlerinde test edilmiştir ve yüksek giderim potansiyeline sahip olduğu ortaya konulmuştur [88].

### 1.6.3. *Scenedesmus Sp*

*Scenedesmus sp* alglerin en önemli tek hücrelilerindedir ve insan hayatında birçok ekonomik değer arttıran türüdür. *Scenedesmus*, mikroskobik, hareket edebilen ve 2, 4, 8, 16 adet olarak koloni kurabilen bir yeşil alg cinsidir [89]

*Scenedesmus* proteinin mükemmel kaynaklarından ve %50-56 oranında protein içerir. 40 ton/dönüm/yıllık verim verebilir ve bu alandan elde edilen algler bir yıl boyunca 1000 ineği besleyebilir [90].

*Scenedesmus sp* yüksek oranda oleik asit içeriği% 65.83, linoleik asit % 20.10 palmitik asit, % 5.81 stearik asit % 1.86, ecosenoik asit% 1.22 sahiptir ve kimyasal ve fiziksel yağ profili açısından gıda ve biyodizel üretiminde uygulanmaktadır [91].

Bazı değerli su ürünleri yetiştirilmesinin için dünya genelinde canlı gıdalar arasında da önemli yer almaktadır.

Dünya genelinde su ürünleri yetiştiriciliğinde canlı gıda olarak kullanılan *Artemia* kist ürünlerinin yüksek kalitesi ve fiyatı nedeni ile su ürünleri yetiştiricileri alternatif bir ürün bulmak için araştırmalar yapılmaktadır. İran'ın kuzey batısında yaygın bir karides türü *Branchinecta orientalis* yetiştirilme süresinde, yem olarak *Scenedesmus sp* ve karides ile birlikte beslenen Alabalıkta en fazla miktarda protein, karbonhidrat ve lipid aynı zamanda bir dizi PUFA (Polyunsaturated fatty acids ) düzeyinin yükselmesine neden olmuştur [92].

Şentürk doktora tez çalışması sonucunda elde edilen bulgulara göre *Scenedesmus sp* 'nin laboratuvar şartlarında aşırı fosfat ve nitrat gibi besin tuzlarını ve mangan, bakır, nikel gibi ağır metal giderimleri üzerinde oldukça etkili olduğu saptanmıştır [93].

*Scenedesmus* gelişimi üzerine sıcaklık ve aydınlanma sürecinin stres etkilerini incelenmiştir ve bu faktörlerin klorofil, protein, kuru madde miktarını etkilediği tespit edilmiştir [94].

2012 yılında T.KARA çalışmasında tatlı su 'da yaşayan omurgasızlar gurubundan Chironomidae larvaları, ekonomi ve protein açısından balıkların önemli besin kaynağı olan canlılar *Scenedesmus* la beslediğinde daha yüksek miktarda toplam protein içerdiğinde gösterilmiştir [95].

## 1.7. Ötrofikasyon

Tarif olarak ötrofikasyon, doğal ve antropojenik kaynaklar olarak fosfor, sülfür ve azot gibi temel besin maddelerinin su döngüsüne katılmasına ve gölerin ya herhangi büyük su ekosistemlerinde su kalitesinin bozulması olarak açıklanmaktadır. Ötrofikasyon sonucunda alglerin aşırı çoğalması nedeniyle su yüzeyde bir tabaka oluşur ve güneş ışığının alttaki fitoplanktonlara ulaşmasını engellenir. Dolayısı ile fotosentez engellenir ortamda bulunan canlılar yaşamlarına devam edemezler [96].

Sularda ötrofikasyonun en önemli göstergesi, alglerin biyokütlesinde görülen artıştır [97].

Algler deniz ortamlarında birincil üretimin %50'sini gerçekleştirmektedirler ve atmosferdeki inorganik karbonu kullanarak fotosentez ile denizlerdeki karbondioksit döngüsünü sağlarlar. O yüzden alg küresel besin tuzu döngüsünün ana kaynağı sayılmaktadır. Ayrıca su kalitesi, ışık geçirgenliği ve çözülmüş oksijen açısından da önemli etkiye sahiptirler [98], [99].

Ötrofikasyon neden ile bitki örtüsü sulak alanlarda artırmaktadır ve bitki türü değişimi CO<sub>2</sub> ve CH<sub>4</sub> emisyonunu da değiştirmektedir. Su sistemlerindeki besin tuzu konsantrasyonları çevresel, iklimsel, fiziksel, kimyasal, morfolojik ve hidrolojik faktörlere göre de değişebilir [93]. Ayrıca yaz mevsiminde artan üretime ve daha sonra gerçekleşen deminerilizasyon olaylarına bağlı olarak daha fazla oranda besin tuzu yüklemesi gerçekleşmektedir [100].

Göllerin batimetrik özellikleri derinlik, hacımı, akış suyun hızı ve karışımı suyun sıcaklığı ve akış hızı, askıda toplam katı madde, tabakalaşma, aşırı besin tuzu girdileri, çözülmüş oksijen ve alglerin değişimleri ötrofikasyonu etkileyen temel faktörler olarak düşünülmektedir [101], [102].

Alg patlamaları ötrofikasyonun ilk sonuçlarından biridir ve insanlar, balık ve omurgasız gibi sucul canlıları olumsuz etkilemekte ve daha ileri aşamalarda da hidrojen sülfür gibi kokuya sebep olur. Yosunların aşırı üremesi, denizlerin yüzey kısmı artan asitleşme ve kimyasında değişimine neden olup aşırı avlanma ve onun sonucunda küresel olarak türlerin azalmaları meydana gelmektedir [103].

Bu tezde Sahra tozlarının alg üretimi ve dolayısı ile de ötrofikasyon üzerindeki etkileri de araştırılmıştır.

### 1.8. *Lemna minor* (Su Mercimeği)

Kutuplar hariç tüm dünyada ve de özellikle tropik bölgelerde durgun ve tatlı su sistemlerinde yaşayan *Lemna minor* %24-40 oranında protein, % 4.4 yağ ve % 8-10 lif içeriğine sahiptir. Su mercimeği aminoasitler, A ve B vitamini yönünden ve yüksek oranda mineral madde içerdiği dolayı balık gibi akvaryum canlıların ve kümes hayvanların beslenmesinde kullanılabilir [104]. *L. minor* sıcaklığa ve pH kolay adapte olabilir ve 5 - 7 °C su sıcaklık arasında ve 1 – 30 °C hava sıcaklıklarına dayanıklıdır ve geniş asidik ve bazik 4,5 -10 pH aralığına toleranslıdır [105]. Ayrıca 20-30 cm derinliğinde sığ su yataklarında etkili bir temizleyici olduğu bildirilmektedir [106]. *L. minor* Türkiye'de yaygın ve yaklaşık tüm illerinin göllerinde, bataklıklarında ve bazen pirinç tarlalarında bulunmaktadır.

*L. minor* Türkiye'de yaygın ve yaklaşık tüm illerinin göllerinde, bataklıklarında ve bazen pirinç tarlalarında bulunmaktadır ve yüksek oranda üreme ve çoğalma hızı ile fotosentez yapmaktadırlar. Laboratuvar koşullarında uygun ve kolay hasat olma nedeniyle birçok çalışmalarda tercih edilir [104], [107].

*L. minor* dayalı arıtma sistemler tesisi kurma, ekonomik ve kolayla yetiştirilebilmesi açısından uygulanabilmektedir ve bu tesislerin çıkış suyunda bulunan makro ve mikro besin tuzlarının gideriminde etkilidir [107], [108].

*Lemna minor* bitkisinin atık sulardan azot, fosfor ve karbon gibi besin maddeleri ve ağır metal giderim kapasiteleri de test edilmiştir [109], [110]. *Lemna minor* yüksek oranda metal adsorpsiyonu potansiyele sahiptir atık suların ileri arıtmasında, ağır metal takibi ve gideriminde (kurşun nikel, kadmiyum vb.) önemli rolü kanıtlanmıştır [111].

Yılmaz ve Akbulut (2011) çalışmalarında atık suda *L. minorun* büyüme özelliklerini incelemek amacıyla laboratuvar testleri gerçekleştirilmiştir ve araştırmalarında dört ağır metal (Pb, Ni, Mn ve Cu) atık sudan uzaklaştırılması için *L. minorün* etkinliği de test edilmiştir. Sonuçlar, atık suda BOD<sub>5</sub> 85% artış ve COD değerlerinde % 60 azalma ve ağır metallerin (Pb, Ni, Mn ve Cu) bitki içinde birikimine ve atık suda önemli miktarda azalması olarak gösterilmiştir [112].

Tekstil sanayinde atık sularında bulunan metallerin giderilmesi için su mercimeği kullanılarak, Cu % 27, Pb % 36, Cd %33 ve uzaklaştırılma oranlarının tespit edilmiştir [113]. *L. minor* 'un,

Cu, Cr ve Pb metallerin biyoremidasyon özelliğini araştırmış ve çalışmasında, *L.minor* 'un sudan yüksek oranlarda ağır metal uzaklaştırılmasını tespit etmiştir [108].

Tatar ve Öbek (2014), *Lemna minor un* etkisini borun gideriminde oldukça önemli olduğunu belirterek, *L. minorun* bor için biyoindikatör rol olması tespit edilmiştir [114].

Şaşmaz (2014), laboratuvar koşullarında *L. minör* kullanarak, onun farklı konsantrasyonlardaki metal absorblama kapasitesini gözlenmiştir ve *L.minörun* Cu, Pb ve Zn giderimindeki önemini belirlemişlerdir [115].

### **1.9. Aydan Hanım, Arpa**

Sahra toprağının etkilerini araştırmak amacı ile bu çalışmanın bir bölümünde de arpa kullanılmıştır. Arpa, 10.000 yılı önce Ortadoğu'da "Fertile Crescent'tan evcilleştirilmiş bir türdür [116]. Arpa, buğdaygillerden taneleri malt ve yem olarak kullanılan önemli bir tahıl bitkisidir. Tarih öncesi devirlerdeki en önemli kültür bitkilerinden biri olmakla birlikte, ekonomik önemi olan bitkilerin başında gelmektedir. Yaklaşık 10.500 yıl önce, Filistin, Ürdün, Lübnan, batı Suriye, batı İran, Irak ile güneydoğu Türkiye'yi kapsayan ve Bereketli Hilal olarak isimlendirilen bölgede kültüre alındığı bilinmektedir. O zamanlarda ekimi yapılmakta olan arpa, bugün yabani arpa olarak da bilinen ve ilk defa Türkiye'de keşfedilmiş olan bir alt türdür. Bu alt türü, insanlar en az 18.000–19.000 yıldan beri, önemli bir besin kaynağı olarak kullanmaktadırlar. İnsanlar arpayı 10.000 yıl öncesinde Orta Doğu'dan başlayarak, 2.000 yıl öncesinde Çin'e kadar, dünyanın farklı yerlerinde ıslah etmişler böylece bugün kullandığımız arpayı elde etmişlerdir. Çok kuru ya da çok sulak olmayan her toprakta yetişebilen arpa, soğuğa ve sıcağa karşı oldukça dayanıklı bir bitkidir. Dünya genelinde üretim miktarı bakımından tahıllar arasında mısır, buğday ve pirinçten sonra 4. sırada yer alan arpa, Türkiye'de ise buğdaydan sonra en çok üretilen tahıldır. Dolayısı ile arpanın daha verimli olabilmesi ekonomi açısından önemli katkıları olacak bir olgudur. Bugün dünyada ekimi yapılan arpanın yüzde 65'i hayvan yemi olarak, yüzde 33'ü maltlık olarak bira ve viski yapımı ile biyodizel üretiminde, yüzde 2'si de insan besini olarak gıda endüstrisinde kullanılmaktadır. Türkiye'de ise tüketimin yüzde 90'ı hayvan yemi olarak, kalan kısmı maltlık olarak bira sanayinde ve gıda endüstrisinde kullanılmaktadır. Gıda endüstrisinde kullanılan oran çok düşük olup, bira sanayinde kullanılan oran her geçen yıl artmaktadır.

Küresel anlamda bu kadar önemli olan arpanın organik ve inorganik yöntemlerin bir arada kullanılarak daha iyi verim ve çevre için daha sağlıklı üretim yönetimlerinin arpa üzerinde uygulaması halen sürdürülmektedir.

Bakla gurubunda olan arpa, herhangi bir gübreleme yapılmadan ekim yapıldığında hektar başına 60 kg ürün vermesi yanı sıra toprakta azot sabitlenmesine ve verim artışına büyük oranda etkisi vardır. Ayrıca organik ve gübre kullanmadan 1 kilogram arpa tohumundan, yaklaşık 9 kilogram taze yem üretme kapasitesi vardır [117]. Arpa tarımı Türkiye’de büyük ölçüde kuru koşullarda yapıldığı için verim düşüktür. Verimde iklime bağlı olarak bazı yıllar belirgin artışlar, bazı yıllarda belirgin azalışlar meydana gelmektedir.

Arpanın geniş ekim alanları bulmasının nedenleri arasında arpanın, gübresiz orta verimli topraklarda uygun miktarda yetişebilmesi ve hatta kötü şartlar altında yetiştirme yeteneği sahip olması başlıca nedenlerdir. Toprağın asitliğine de toleransı vardır 5.5-7 pH aralığında büyür [118].

Dünyada malt endüstrisinin hızla gelişiyor olması maltlık arpa tedarik zincirinin, ihtiyaçlarını karşılamak için aynı şekilde hızlı bir şekilde gelişmelidir [119]. Malt sanayinde kullanılan arpa çeşitlilerinin protein oranı, malt işlenmesinin kolay ve verimli olmasına göre düşük olmalıdır (%9–10,5) [120]. Türkiye’de özellikle İç Anadolu’da maltlık arpa üretimine uygun ekoloji sahip bölgelerden birisi tanınmaktadır ve buğdaydan sonra en çok üretilen tahıldır [121] .

Bu bağlamda ülkemizde kullanılan genotiplerden olan Aydan Hanım türü arpa yüksek verimli ve malt ekstrakt oranı malt sanayini tatmin edecek düzeyde ve ekonomi koşullarına uyum gösteren arpa çeşitti olarak bilinmektedir.

Aydan Hanım iki sıralı maltlık arpa olup 2 sıralı, kılçıklı, düzgün ve uzun başaklı, ince kavuzlu beyaz iri taneli, geniş-uzun yapraklı, 95-115 cm boyundadır. Tarımsal özellikleri, kışlık gelişme tabiatında, yatmaya dayanıklı, kardeşlenmesi yüksek, suya ve azota tepkisi iyi, eş zamanlı oluma sahiptir ve kolay harmanlanabilir özelliktedir. Protein Oranı % 9-11.5 bilinmektedir. Toprak pH isteği bakımından hafif asitten kuvvetli alkalın (6.5-8.7) şartlarda yetiştiriciliği yapılmasına rağmen en iyi gelişme ortamı pH değeri 7.0-7.7 arasındadır [122] .

## 2. Yöntem ve Plan

Bu çalışmada Prof. Dr. A Cemal Saydam tarafından Güney Tunus/Sahra çölünden torbalanarak getirilen dolayısı ile atmosferik taşınımına uğramamış doğal Sahra tozu kullanılmıştır. Bilim dünyasında Sahra tozları ile yapılan çalışmalar atmosferden filtrelenerek toplanan tozlar ile yapıldığı için ve taşınım sürecinde tozun kaynaktan örnekleme noktasına kadar geçirdiği zaman sürecinde hangi atmosferik koşullar ile karşılaştığı bilinmemektedir. Toz örnekleme çeşitli şekillerde yapılmaktadır. Tozlar ya olduğu gibi filtre kağıtları tarafından veya yine filtre kağıtları üzerinde ama belirli boyut kısıtlayıcılar (PM<sub>10</sub>-PM<sub>2,5</sub> gibi) ile toplanmakta ve elde edilen filtre kağıtlarının analizi amaca uygun olarak gerçekleştirilmektedir. Bu yaklaşımda elde edilen tozların kaynaktan örnekleme noktasına ulaşması için gereken zaman sürecinde hangi ortamlardan geçtiği bilinmemektedir. Ancak Saydam ve Senyuva (2002) tarafından gösterilen hali ile tozların bulut içerisindeki su ile teması sonrasında çöl tozları başkalaşıma uğramaktadır [2]. Bu etkinin ortadan kaldırılması için Sahra veya çöl kökenli tozlar ile yapılacak çalışmalar için gerekli örneklerin yerinden alınması ve kuru halde saklanmış olması olmazsa olmaz şartların başında gelmektedir. Bu tez çalışması da daha önceden bahsedildiği gibi bu şekilde örneklenmiş ve kuru olarak saklanmış Sahra tozları ile gerçekleştirilmiştir.

Kullanılan toprak örnekleri 200 mesh 'ten geçirilmiş ve deneyler sürekli olarak aynı büyüklüğe sahip toprak örnekleri ile gerçekleştirilmiştir.

Uygulama öncesi fiziksel ve kimyasal bileşimi, birinci sınıf su kalitesi özelliklerine sahip bir litre hacmindeki steril suya güney Tunus'tan ithal edilmiş olan çöl toprağı daha ileride nedeni açıklanacağı şekilde litrede 10 gram olarak konulmuştur. Hazırlanan karışım yaklaşık 120 dakika güneş ışığı önünde bekletilmiştir. Bu süreçte çamurlu tabaka dibe çökmekte ve üst tarafta berrak bir su kalmaktadır. Deneylerde kullanılan bu sıvı kesimdir. Tüm deney düzenekleri iklim dolabında o deney düzeneğinin gerektirdiği koşullar altında (ışık, sıcaklık ve nem) de yapılmıştır. Bu karışım içerisinde oluşması muhtemel katyonların tayini iyon kromatografi cihazı ile (nitrat, nitrit, sülfat ve fosfat) yapılmıştır (Şekil 2.1).



**Şekil 2.1.** İyon Kromatografi Cihazının Görünümü

### **2.1. Sahra Çözeltilisinde Mikroorganizmaların Çoğalma Evreleri**

Çöl kökenli tozların uzun mesafeli taşınım süreçlerinde atmosferde bulut içerisinde su ile temas etmeleri sonucunda toz kümesinin içerisinde, kuru halde uzun zaman süreçlerinde hayatlarını devam ettiren bakteri ve mantarlar kısa zaman içerisinde aktif hale geçmekte ve ortama oksalat çıkarmaktadır. Açıklandığı gibi kil minerali ile reaksiyona giren oksalat sonuç olarak ortama; indirgenmiş demir, çeşitli eser elementler ve belki de en önemlisi olarak amino asitler ile sonlanan bir dizi reaksiyon mekanizmasını tetiklediği bilinmektedir. Kil minerali içerisinde bulunan bakteri ve mantarlar faal hale geçtikten sonra gelişme ve çoğalma gereksinimleri için enerji kaynağı olarak, ortamdaki Sahra çözeltilisinde oluşan eser elementleri ve amino asitleri kullanmaktadırlar. Amino asit oluşumu için Mace et al tarafından bakteri ve mantarlar öne sürülmüş ise de daha sonra Saydam (kişisel görüşme) tarafından mantarların kabuklarını oluşturan kitin molekül yapısına bulunan amin grubunun amino asit oluşumunda rol alacağı öne sürülmüştür. Oluşum mekanizmaları henüz bilinmemekle beraber Sahra tozu içeren yağışlarda şu amino asitlerin oluştuğu bilinmektedir [7].



**Tablo 2.1.** Sahra Çözeltisindeki Amino Asitler [7]

Sahra çözeltisindeki bazı önemli amino asitler	
Aspartik asit	Methionin
Glutamik asit	Valin
Serin	Prolin
Threonin	Alanin
Phenylalanin	Leusin
İsoleuin	Glisin
Arginin	Lysin
Bitidin	Tyrosin

Bu süreçler sonucunda ortamda yani bulut içerisinde; bakteri ve mantarların sayısı log olarak artmaktadır. Sahra çözeltisinde yukarıda bahsedilen yaklaşımla olması beklenen bakteri ve mantar sayısındaki artış ve buna bağlı büyüme eğrisi hesaplamak için standart spektrofotometrik ölçüm metodu kullanılmıştır. Ölçüm mekanizmasının esası artan bakteri ve mantar popülasyonu ile doğru orantılı olarak artması beklenen bulanıklık ölçümleri olmaktadır.

Spektrofotometrik aletin kullanma esası ışık geçirgenliği üzerine kurulmuştur. Sıvı ortam ne kadar saydam olursa o kadar çok ve ne kadar bulanık olursa o kadar az oranda ışık geçirir. Sahra toprağı içeren kültürlerden 10 cc süspansiyonun üst ve şeffaf kısmından alınarak ölçülü ve dipleri dar santrifüje özel tüplerine (*Hopkins tüpü*) konuldu ve 10 dakika süre ile dakikada 2000 devir hızla santrifüj yapıldı. Spektrofotometrede 600  $\lambda$  dalga boyunda okundu. Bu süreç en az 12 saat boyunca her saat başında yeni numune alınıp ve aynı şekilde santrifüj edildikten sonra spektrofotome cihazında ölçülmüştür [123].

Bakteriyel büyüme popülasyonunu incelemek için Sahra çözeltisinden numune olarak steril besi yerine transfer edilip ve inkübatörde optimum koşullarında tutuldu. Çözeltide bulunan mikroorganizmalar besi yerindeki içeriği kullanmaya başlarken, kütlelerinde artış gösterirler. Organizmaların gelişme süreci hücre büyüme eğrisi çizilerek takip edildi. Bu eğri S şeklinde bir eğridir ve standart büyüme eğrisi olarak bilinir.

## 2.2.Bakterilerin oğalma Fazları ve Evreleri

Üreme eğrisi mikroorganizmalarda 4 temel aşamada incelenir.

**Lag fazı:** Genelde adaptasyon fazıdır ve bakterilerin üreme hızları çok az ve bazen sıfırdır. Ancak mikroorganizmalar zengin besi yerine kolay adapte olabilirler ve kısa bir sürede adaptasyon sürecini geçebilirler. Örneği Sahra çözültisi gibi kullanıma hazır elementlerin yoğun olduğu besi yerinde bulunan mikro organizmalar, Lag fazını hızlı şekilde geçirtip, Log fazına başlayabilirler.

**Log faz:** Logaritmik artış fazı olarak bilinmektedir. Besi yerine adapte olan organizmalar üremeye sabit hızla başlıyorlar. Bu fazda sayılarını iki kata çıkartmak için bir zaman geçmesi gerekmektedir ve bu zaman süresine generasyon süresi denilir. Bu süreç mikroorganizmalarda farklıdır. Örneğin *E.coli* bakteri türü için besi ortamda yaklaşık 20 dakika bekleme süresinde bakteri miktar sayısı iki katına çıkabilir.

**Durağan Faz:** Bakterilerin popölasyonları büyümeye devam ederken besiyerinde tüm besinler mikroorganizma tarafında kullanılır. Sonucunda ortamda atık maddeler, toksik etkisi olan metabolitler ve inhibitörler birikmeye başlar. Besi yerinin pH ve sıcaklık özellikleri değişebilir ve ortam bakteri yaşaması için elverişli olmamaya başlar. Bu fazda mikroorganizmaların bölünen hücrelerin sayısı ölen hücrelerin sayısına eşit olabilir ve bu evrenin belirli bir aşamasında bakterilerin çoğalması tamamen sıfırlanır ve sabit kalır.

**Ölüm Fazı:** Mikroorganizmalar sonunda besiyerinde bulunan atık ürünlerin ve toksik materyallerin etkisi ile ölüm fazına girer. Canlı hücre sayısı azalır, ölen hücre sayısı çoğalır. Bazı organizmalar bu fazda endospor oluşturarak yaşama devam edebilir [124].



**Şekil 2.2.** Bulanıklık ölçümü için bölümümüzde kullanılan UV spektrofotometre (Jen Wat 6105 UV/Vis. Model) cihazından görünüm

### **2.3. Güneş ışığının etkisinin incelenmesi**

Güneşin Sahra toprağı su karışımına etkisini denemek için aynı koşullar altında hazırlanmış olan 2 set numuneden birisi ışıktaki ve diğeri Al folyo ile sarılı halde karanlıkta 1 ay boyunca aynı koşullar altında bekletildi ve örneklerde ICP-MS cihazı ile metal analizi yapıldığı ve sonuçları karşılaştırıldı. Görsel olarak Güneş önünde olmayan Sahra çözeltisinde yeşillenme ve alg üremesi görülmemiştir.

### **2.4. Sahra Çözeltisinde Gram Boyama Testi**

Gram boyama tekniğı, bakterilerin hücre duvarı arasındaki mikroskobik farklılıklara göre bir yöntemdir. Her bakteri türün hücre duvarı değişik kimyasal ve fiziksel özelliğe sahiptir ve bu nedenle iki guruba ayrılırlar ve Gram-pozitif, Gram-negatif olarak adlandırılırlar.

Gram negatif bakterilerde protein lipopolisakkarit 'den oluşan bir dış zar vardır ve hücre duvarı gram-pozitifler göre daha incedir. Gram pozitif bakteriler çok az peptidoglikan içerdiği halde gram-pozitifte bu madde hücre duvarında kalın bir tabaka oluşturmaktadır.

Gram boyama deneyi yapmak için hazırlanmış cam preparatın üzerine kristal viyole boyası dökülür, 1 dakika bekletilir iyot ve lügol çözeltisi ile yıkanarak kristal viyole uzaklaştırılır.

Tekrar preparat üzerine iyot-lügol çözeltisi damlatılarak 1-2 dakika tutulur, distile su ile yıkanarak iyot-lügol çözeltisi yıkanır. Preparat %96'lık etil alkol ile 2-3 kez yıkanır ve 15– 30 saniye beklenir. Sonra su ile yıkanır ve karşıt boya olarak adlandırılan safranın konulur ve 40 - 50 saniye beklemeden sonra distile su ile yıkanarak havada kendi halinde kurumaya bırakılır. Cam preparat üzerine immersiyon isimli yağ dökülür ve 100 büyütme objektifle incelenir. Mor renge boyanan bakteriler gram pozitif, pembe-kırmızı renk alan bakteriler ise gram negatif olarak sınıflandırılır [125].

### **2.5. Sahra Çözeltisinin En Uygun Konsantrasyonu**

Sahradan kalkan tozların davranışlarını bulut içerisinde taklit etmek amacıyla en etkili Sahra tozu konsantrasyonunu bulmak için 5, 10, 15, 20 g/l içeren Sahra toprağı steril distile su ile çözelti olarak hazırlandı ve yaklaşık 120 dakika güneş ışığı önünde (bulutlu günlerde 500 wattlık halojen lamba önünde) bekletildikten sonra alg gelişimi amacı ile kullanıldı ayrıca sulu çözeltide oluşan katyonlar *iyon kromatografi* cihazı ile ölçüldü.

### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Yosun, Su mercimeği, Arpa Materyali

Çöl kökenli tozların alıcı ortamdaki gelişme süreçlerinin incelenmesi amacı ile bu çalışmada Gazi Üniversitesi Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı laboratuvarlarından temin edilen üç tür saf alg kullanılmıştır. Deney süreçlerinde kullanılan su mercimeği (*Lemna minör*) Hacettepe, Beytepe yerleşkesi içerisinde bulunan gölden ve Ankara Üniversitesi Biyoloji Bölümü'n deki sera dan alınan örnekler ile gerçekleştirilmiştir.

Sertifikalı Arpa (*Aydan Hanım*) tohumları Tarım Bakanlığı'nın Ankara Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden temin edilmiştir.

Deneylerde kullanılan Sahra toprağı ise Prof. Dr. A. Cemal Saydam tarafından güney Tunus, Tozeur şehri yakınlarından seçilen bir yerden ithal edilmiştir. Örnekler su geçirmez çuvallar içerisinde gelmiş ve geldiği şekli ile saklanmıştır.

#### 3.2. Besin özeltilerinin Hazırlanması

Algler deneyleri için referans besin ortamları olarak literatürlerde kabul edilen özeltiler; *Arthrospira platensis* için BG11 (Blue-Green Medium),

*Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus sp* için BBM (Bold Basal Medium) ve literatürden elde edilen oranlarda bu çözeltiler hazırlanmışlardır [126], [127].

Su mercimeği (*Lemna minör*) için biyologlar tarafından önerilen ve ideal besi ortamı olarak kabul edilen sera suyu, kontrol için ise 48 saat beklenmiş musluk suyu kullanılmıştır [128].

Arpa deneyleri için küresel anlamda Hewitt olarak adlandırılan ideal besin çözeltilisi kullanılmıştır [1].

Alıcı ortamlarda kullanılan Sahra ölünden getirilen toprakla steril distile suyu deney koşullarına göre uygun oranlarda hazırlanmış ve hazırlanan bu çözelti tüm alıcı ortamlarda bahsi geçen ideal besi yerleri yerine kullanılarak alıcı ortamdaki etkileri incelenmiştir.

### 3.3. Besin çözeltilerinin içeriği

*Arthrospira platensis* için BG11 (Blue-Green Medium) ortamının içeriği Tablo 3.1, *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus sp* için BBM (Bold Basal Medium) içeriği Tablo 3.2. Arpa için Tablo 3.3. Hewitt besin çözeltisi içeriğini göstermektedir

**Tablo 3.1.** BG11 (Blue-Green Medium) İçeriği [127].

Solüsyonlar	Madde	Miktar
Solüsyon 1	NaHCO <sub>3</sub>	18.6 g
	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	8.06 g
	K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	1.00 g
	Distile su	500.0 ml
Solüsyon 2	NaNO <sub>3</sub>	5.00 g
	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2.00 g
	NaCl	2.00 g
	MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	0.40 g
	CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	0.02 g
	FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	0.02 g
	EDTANa <sub>2</sub>	0.16 g
	Mikro-element solüsyonu klorofil	10.0 ml
	Distile su	500.0 ml
	Mikro-element Solüsyonu	ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O
MnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O		0.002 g
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>		0.01 g

	$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.001 g
	$\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0.001 g
	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.00005 g
	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.7 g
	$\text{EDTANa}_2$	0.8 g
	Distile su	1.0 litre

Hazırlanmış olan Mikro element Solüsyonundan 10 ml alınıp kısım 2'ye eklenir. Üçüncü Mikro-element solüsyonu ayrı hazırlanır ve sadece ekim zamanı 1/1 oranla solüsyon 1 ve 2 ile karıştırılır [127].

**Tablo 3.2.** BBM (Bold Basal Medium) İçeriği [127]

1) 25.0 gr $\text{NaNO}_3$ 1 l distile- $\text{H}_2\text{O}$
2) 2.5 gr $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 1 l distile - $\text{H}_2\text{O}$
3) 7.5 gr $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 1 l distile - $\text{H}_2\text{O}$
4) 7.5 (mg/l) $\text{K}_2\text{HPO}_4$ 1 l distile - $\text{H}_2\text{O}$
5) 17.5 gr $\text{KH}_2\text{PO}_4$ 1 l distile - $\text{H}_2\text{O}$
6) 2.5 gr $\text{NaCl}$ 1 l distile - $\text{H}_2\text{O}$
7) 50.0 gr disodium EDTA, 31.0 gr $\text{KOH}$ 1 l distile - $\text{H}_2\text{O}$
8) 4.98 gr $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 1 l distile $\text{H}_2\text{O}$
9) 11.42 gr $\text{H}_3\text{BO}_3$ 1 l distile su- $\text{H}_2\text{O}$
10) 8.82 gr $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , 1.44 gr $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , 0.71 gr $\text{MoO}_3$ , 1.57 gr $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ve
0.49 gr $\text{CoNO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 1 l distile - $\text{H}_2\text{O}$

**Tablo 3.3.** Hewitt Besin Çözeltisi İçeriği [1]

Tuzlar	Stok Besin Çözeltisi İçin g /400 ml	Konsantrasyon Molar (M)	Seyreltme
KNO <sub>3</sub>	80,800	2000	500 defa
Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . 4H <sub>2</sub> O	131,200	2000	500 defa
MgSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O	73,600	0,750	500 defa
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	41,600	0,670	500 defa
MnSO <sub>4</sub> . 4H <sub>2</sub> O	8,920	0,100	10 000 defa
Zn SO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O	1,160	0,010	10 000 defa
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	7,440	0,500	10 000 defa
Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> . 2H <sub>2</sub> O	0,484	0,005	10 000 defa
NaCl	23,400	1,000	10 000 defa
C <sub>6</sub> H <sub>3</sub> Fe.5H <sub>2</sub> O	13,400	0,100	1 000 defa

### 3.4. Sahra Çözeltisinin İçeriği

Deneylerde içerisinde değişik konsantrasyonlarda Sahra çözeltisi olacak şekilde steril su ile hazırlanan çöl kökenli toprak kullanılmıştır. İlk başta çamur şeklinde olan karışım en az 120 dakika güneş ışığında bekletilmiştir. Bu süreç içerisinde askıda katı madde tamamen dibe çökmekte ve tamamen berrak bir su kullanıma hazır hale gelmektedir. Güneş enerjisinin yeterli olmadığı dönemlerde veya bulutlu günlerde aynı karışım 500 wattlık halojen lamba önünde bekletilmiştir. Sahra çözeltisinin üst kısmında nispeten berrak su kalmaktadır bu sıvı kesim tüm deneylerde kullanılmıştır (Şekil 3.1).



**Şekil 3.1.** Sahra Çözeltisinin Görünüşü



### 3.5. Deneysel Materyallerin Hazırlanması

#### 3.5.1. Alg ekime hazırlanması.

Alg ile yapılan çalışmalarda kullanılan 3 tür algin ekiminde 1/10 oranında alg ve besi yeri 3 tekrarda ve her tekrarda başlangıç 1 litre kullanılmıştır. Hazırlanan diğer paralel deney setlerinde ise besi yerine aynı oranda Sahra çözeltisi kullanılmıştır. Deney süreçlerinde hazırlanan tüm algler steril erlenmayer kaplarında ağızları kapalı halde, iklim dolabında, aynı koşullar altında sıcaklık (23-25 °C), nem oranı %65 ve 16 saat günlük (300  $\mu\text{mol}$  foton  $\text{m}^{-2}$   $\text{sn}^{-1}$ ) ışık şiddetinde tutulmuşlardır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. İklim Dolabında Büyütülen Algler ve Bitkilerin Görünüşü

Alg çözeltilerindeki günlük değişimler klorofil a değerlerindeki değişim olarak izlenmiştir. Bu ölçüm için iklim dolabında tutulan örneklerden her gün 0.5 ml örnek alınmış 0.8  $\mu\text{m}$  selüloz asetat filtre kağıdından düşük vakumda süzölmüştür. Düşük vakum klorofil a hücrelerinin parçalanmaması için gereklidir. Daha sonra filtre kağıdı 20-25 ml'lik falkon tüpüne alınmıştır ve metanol ilave edilmiştir. Tüpler 70<sup>0</sup> C su banyosunda 10 dakika daha sonra karanlık ortamda 10 dakika bekletilmiştir. Tüp içindeki filtre kâğıdı steril çam çubukla tamamen ezilmiş ve numunenin tamamı merkezkaç tüpüne alınıp ve 2000 devir/dakikada 10 dakika çöktürülmesi

sağlanmıştır. Bir sonraki aşamada saf metanol kullanılarak şahit (blank) numune hazırlanmış ve ölçümler 665 nm'de Jen Wat 6105 UV/Vis. Spektrofotometre cihaz ile yapılmıştır.

klorofil-*a* değeri aşağıdaki formüle göre belirlenmiştir [129].

klorofil a konsantrasyonu =  $\mu\text{g/l} = 13,6 A \cdot v / d \cdot V$

A = 665 nm'de ölçülen absorbans değeri

v = Süzüntü hacmi (4ml),

V = İlk süzülen numune hacmi (100 ml )

d = Spektrofotometre küvetinin optik yolu (1cm)

Ayrıca ötrofikasyon olayının ve doğada alg patlamalarının Sahra çöl toprağı ile ilişkisini denemek için laboratuvar koşullarında mevcut 3 tür alg üzerinde deneyler yapılmıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda Sahra tozu ve güneş ışığı etkileşimi sonunda sıvı fazda aşırı sülfat iyonunun oluşması nedeni ile sülfat iyon değişiminin alger üzerindeki etkilerinin incelenmesi amacı ile aşağıda belirtilen koşullarda deney düzeneğı hazırlanmıştır. Ötrofikasyon nedeni bilindiğı hali ile fosfat iyonu üzerinde yoğunlaştığı için alg gelişimi için kullanılan BG 11 (*Arthrospira platensis*), BBM (*Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus sp*) besi ortamlarının hazırlanmasında kullanılan çözeltilere fosfat tuzu yerine, değişik miktarda: ( 70, 150 ve 300 mg/l) olacak şekilde  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  eklendi. Tüm deneyler 3 tekrarda yapıldı ve her gün algerin gelişmesi ve maksimum ve ortalama klorofil a miktarı ölçüldü.

Ayrıca Sahra 10 gr/ L Sahra tozu içeren ve 2 saat süre ile ışınlanmış çözeltide doğal olarak bulunan sülfata ilave olarak içerisine 300, 450 ve 600 mg/l  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ilave edilen çözeltilerde de üç tür (*Arthrospira platensis* için *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus sp*) algin gelişimi izlenmiştir.

Fosfatın alg gelişimi üzerindeki etkilerinin incelenmesi için ise bu sefer de besi ortamlarının hazırlanmasında kullanılan iyonların sülfat tuzu koyulmadan ve Sahra çözeltilisinde aynı oranda 70, 150 ve 300 mg/l  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  eklendi ve yine ve 3 tekrarda her gün klorofil a değişimleri hesaplandı.

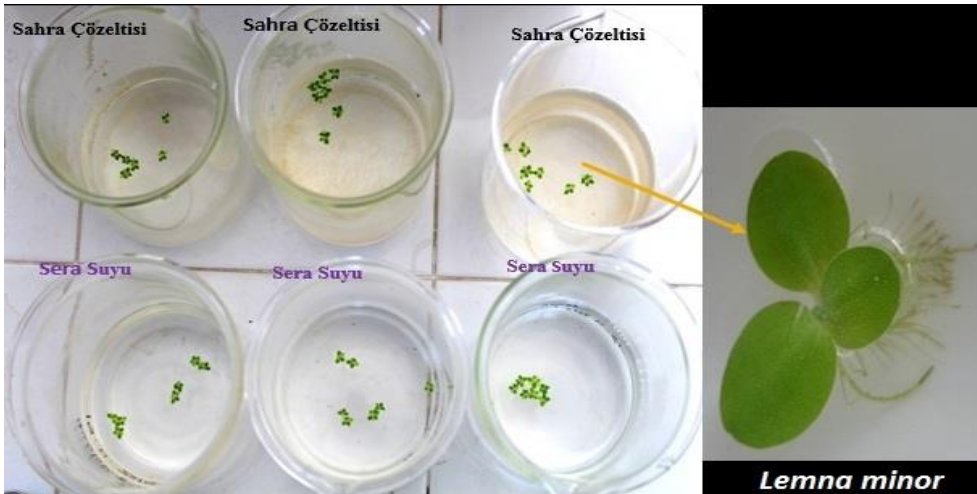
### 3.5.2. *Lemna minor* (Su Mercimeği)

*L. minor* örnekleri Ankara Üniversitesi Biyoloji Bölümü tarafından tespit edilen yerel bir gölden ve Hacettepe Beytepe göletlerinden toplanmış ve sera havuzlarında stok kültürleri olarak muhafaza edilmiştir (Şekil 3.3).

Havuzlardan toplanan numunelerin gelişimleri, 21 gün süreyle Sahra çözeltisi içeren ve örneklerin alındığı doğal ortam suyu içeren kaplarda izlenmiştir. Her deney 3 tekrarlı olarak yapılmıştır. Her tekrar için üç yapraklı 7 adet *Lemna minor* 250 ml cam beherlerde Sahra çözeltisi içeren ve doğal ortam suyu içeren kaplarda tutulmuştur (Şekil 3.4).



Şekil 3.3. Ankara Üniversitesi Biyoloji Bölümü Sera Havuzundan *Lemna minor* Görüntüsü



Şekil 3.4. *Lemna minor* Laboratuvarında Deney Örneklerinin Görüntüsü

*L. minor*'un doğal ortamını taklit edebilmek için, doğal aydınlatma ve sıcaklık değişiklikleri altında testler uygulanmıştır. Yarı kontrollü ortamdaki sıcaklıklar 11 ila 15 ° C arasında değişmekte ve örnekler günde yaklaşık 10 saat gündüz ve 14 saat gece döngüsünde tutulmuş ve ortalama günlük spesifik büyüme oranı, artan yaprak ve sararan yaprak sayıları kaydedilmiştir. *L. minor* büyüme oranı OECD standartlarına göre aşağıdaki formüle göre hesaplandı [130].

$$\mu_{i-j} = \ln (N_j) - \ln (N_i) / t_j - t_i$$

$\mu_{i-j}$  = i-j zaman arasındaki ortalama spesifik büyüme oranı,

$N_j$  = j zaman i'deki, gözlenen yaprak sayısı (başlangıç zamanında)

$N_i$  = i zaman i'deki gözlemlenen yaprak sayısı

$t_i$  = Deney dönemin başlangıç zamanı

$t_j$  = Deney dönemin son zamanı

### **3.5.3. Arpa Tohumlarının Sterilizasyonu ve Ekime Hazırlanması**

Seçilen arpan tohumları ile deney süreci başlatılmadan önce %20 sodyum hipoklorit sıvı çözeltisinde bekletilerek sterilizasyonu gerçekleştirilmiştir. Sodyum hipoklorit çok yaygın olan bakteri ve mantarlara özellikle küfe karşı kuvvetli bir kimyasaldır. Tohumlar 15 dakika bu çözeltide bekletilmiş ve daha sonra 3 kere 5'er dakika distile su ile yıkanılmıştır. Tahıl tohumları yeterli su ve güneş görmedikleri zaman uyku moduna geçtikleri bilindiğinden arpa tohumları çimlendirmeden önce 3-5 saat distile suda bırakıldı. Bu süreçte bir veya iki kez steril suyun değişmesi yapılmıştır. Bu süreç sonunda tohumlar şişmeye başlar ve böylece uyku safhasından çıkarlar. Çimlendirme 10x8.5x1 cm boyutları hepsinde 6 adet 3 mm hava giriş olan plastik petri kaplarında yapıldı [131]. Bu kapların içerisinde kurutma kağıdı koyuldu ve sonra üzerine bir tabaka ince ve steril pamuk yerleştirip ve onun üstüne gene bir tabaka kurutma kağıdı koyulmuştur. Çimlendirme kaplarındaki kurutma kâğıtları ve pamuk tabakasını 30 ml distile su ile nemlendirilmiştir. Sonra 10 tane şişmiş arpa tohumu steril laboratuvar forsepsle her bir plastik çimlendirme kaplarına aktarılmıştır ve kaplarının kapakları kapatılıp çimlenmesi için iklim dolabında 4 gün karanlıkta tutulmuştur. Her 4 günde 30 ml distile su ile tohumlar nemlendirilmiştir. Petri kaplardaki arpa fidelerinin kökleri 8 cm kadar uzayınca perlit ile dolu olan plastik saksılara her bir kaptaki başlangıçta 6 adet bitki ile başlanmış daha sonra da bu sayı 4 kök olacak şekilde seyreltilmiştir. Her bir çözelti için 3 saksı hazırlanmış ve hepsi sabit sıcaklıkta

(23<sup>0</sup> C±2) ve sabit ışık altında (300 W/m<sup>2</sup>), 8 saat ışık ve 16 saat karanlıkta ve sabit nem oranında (%60-65) iklim dolabında tutulmuşlardır.

Denemede genotip sertifikalı arpa (*Aydan Hanım*) 3 uygulama ve 3 tekrarda gerçekleştirilmiştir. Saksılarda birinci grup distile suyla (kontrol grup), Hewitt çözeltisiyle (ikinci grup ) ve 10g/l Sahra çözeltisiyle (üçüncü grup) olarak her gün eşit hacimde ve yapraklara sprey şeklinde su verilmek sureti ile sulanmışlar (Şekil 3.6, 3.7).



**Şekil 3.5.** *Aydan Hanım*, Sertifikalı Arpa Tohumu



**Şekil 3.6.** Bitkilerin Günlük Sulanması

Sulama sürecinde kirlenmeyi önlemek amacı ile Sahra suyu veya Hewitt besin çözeltisi ile sulama yapılmadan diğer örnekler iklim dolabından çıkartılmış sulama sonrasında tekrar yerlerine konmuştur.

Saksılardaki arparın gelişimleri günlük olarak takip edildi. Fideler 20 gün sonunda 3 yapraklı döneme girmesi sonrasında deney sonlandırıldı ve yapraklardaki büyüme parametreleri ölçüldü. Hidrojen, Nitrojen, Sülfat ve Karbon/Nitrojen oranı ölçülmüştür.

Arpanın yapraklarında klorofil a (a ve b), toplam klorofil a (kla+klb) ve karotenoidler tanımlanan Lichtenthaler formül ile ve UV spektrofotometrede cihaz yardım ile 470, 644,8 ve 661,6 nm dalga boylarında ( Model: Jen Wat 6105 UV/Vis) spektrofotometresi ile ölçüldü [132].

$$kla = (11.24 \times A_{661.6}) - (2.04 \times A_{644.8})$$

$$klb = (20.13 \times A_{644.8}) - (4.19 \times A_{661.6})$$

$$kla+b = (7.05 \times A_{661.6}) - (18.09 \times A_{644.8})$$

$$\text{karotenoidler} = [(1000 \times A_{470}) - (1.9 \times kla) - (63.14 \times klb)] / 214$$

3 gün boyunca 40 ° C'de fırında (BINDER oven mark Model FD 23) kurutulan, değişik besin çözeltisinde yetişen arpa yapraklarında Nitrojen, Sülfat, Karbon ve Nitrojen oranı ODTÜ Merkez Laboratuvarındaki ‘‘ICP-MS ve IC ile’’ ölçüldü ve Karbon/Nitrojen oranı hesaplandı.

### 3.5.4. Atmosferde Sahra Tozlu ve Tozsuz Günlerde Bakteri ve Mantarı Deneyleri

Atmosfer yolu ile Sahra tozlarında taşınan bakteri mantarları deneysel olarak göstermek amacı ile tozlu ve tozsuz günlerde hava örnekleri Quick Take 30 pompası ile SKC Biyoimpaktör'e bağlı cihaz ile toplanmıştır (Şekil 3.7). Modis Terra uydu verilerine göre 08/11 /2016 ve 09/11/2016 tarihlerinde Ankara atmosferine Sahra çölünden gelen hava yanı güneyden gelen havadır ve çöl üzerinden geçtiği için toz taşımaya müsaittir. 16 /11 /2016 tarihinde kuzeyden gelen hava içerisinde toz taşınımı çok az olduğu bilinmektedir. O yüzden söylenen tozlu ve tozsuz günlerde hava örnekler sabit debi ile 28. l/dak ve her numune 5 dakika süreç içinde her gün için 3 tekrar alınmıştır. Pompa cihazının her örnekleme periyodu öncesinde dijital kalibratör ile test edilmiştir. Tozlu ve tozsuz günlerde toplanan hava örneklerini üzerinde bulunduran filtre kâğıtları agar besi yerleri üzerine yerleştirilmiş inkübatörde 7 gün süre ile sabit sıcaklıkta (28 °C) saklanmıştır.



**Şekil 3.7.** Havanın bakteriyolojik örneklemesi amacı ile kullanılan vakum pompası ve impaktör görünümü

### 3.6. İstatistiksel Analiz Yöntemleri

Bu tez çalışmasında ölçüm sonuçlarının Statgraphics Centurion XVI (Versiyon 16.1). İstatistiksel paket program ile değerlendirilmiştir ve %95 güven aralığı ANOVA test yöntemi kullanılmıştır [133].

Genel olarak yapılan işler Tablo 3.4’de özetlenmiştir.

**Tablo 3.4. MATERYAL VE METOT ÖZETİ**

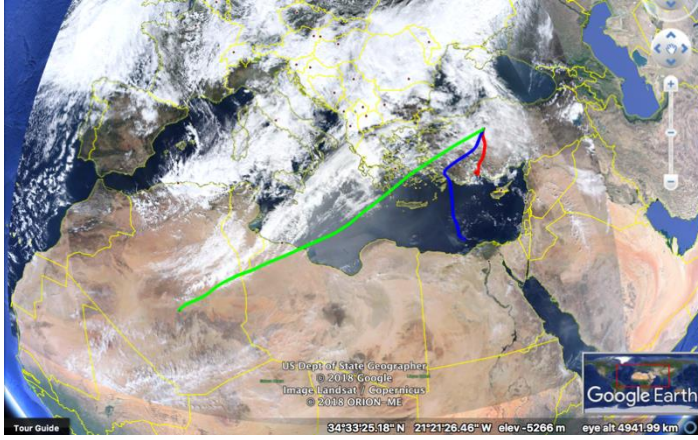
<b>MATERYAL VE METOT</b>	
<b>Deneysel Materyallerin Hazırlanması</b>	Algler
	<i>Lemna minor</i> (Su Mercimeği)
	Arpa (Aydan Hanım)
<b>Besin Çözeltilerinin Hazırlanması</b>	➤ <i>Arthrospira platensis</i> için : BG11 (Blue-Green Medium)
	➤ <i>Chlorella vulgaris</i> ve <i>Scenedesmus sp</i> için : <i>BBM</i> (Bold Basal Medium)
	➤ Su mercimeği ( <i>Lemna minör</i> ) için: Sera suyu
	➤ Arpa için : Hewitt
	➤ Sahra Çözeltisi 5,10, 15, 20 gr/l
<b>İstatistiksel Analiz Yöntemleri</b>	➤ ANOVA ve Multiple Range Test



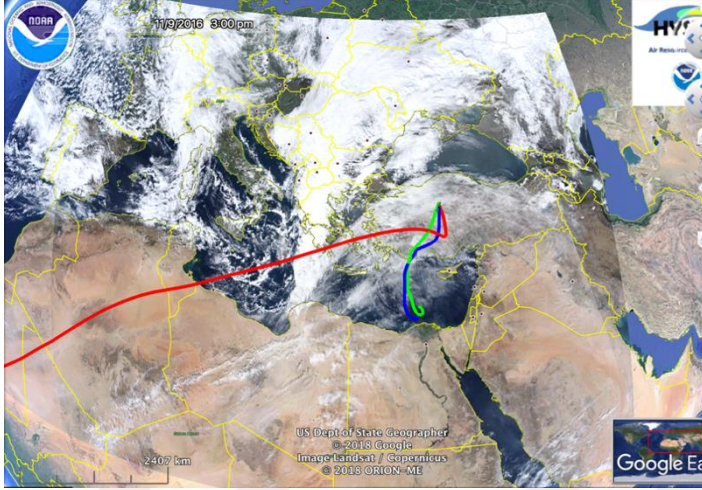
#### 4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Çöl kökenli tozların atmosfere dönem doğal süreçler sonunda oluşan ve uzun mesafelere taşınabilen kil parçacıklarından oluşan materyali de ilave ettiği bilinmektedir. Bu tez çalışmasında yapılan havadan alınan örneklerin bakteriyolojik izlemeleri ile atmosfer yolu ile dağılan çöl kökenli tozların atmosfere sadece kil minerali ve buna bağlı eser elementleri değil bakteriyolojik materyalleri de taşıyabildiği gösterilmiştir.

Bu amaçla 8 – 9 Kasım 2016 günlerinde yapılan atmosferik örneklemeler döneminde Ankara atmosferine gelen havanın kaynaklandığı yerler geri izleme tekniği ile hesaplanmıştır. 8 Kasım 2016 günü Ankara Atmosferini etkileyen hava akımlarının son 72 saat içerisinde yerden 500-1500 ve 3000 metre yüksekliklerde izlediği yol Şekil 4.1 de Google Earth haritası üzerine işlenmiş uydu verisi ile birlikte gösterilmiştir. MODIS/Terra uydu verisi arka planda Akdeniz baseni üzerinde Sahra tozlarını net bir şekilde göstermektedir. Bu uydu verisi üzerine yerleştirilmiş olan 72 saatlik geri izleme sonucu da Ankara örnekleme noktasına gelen hava kütesinin Sahra kaynaklı olduğunu tartışmasız bir şekilde ispatlamaktadır.

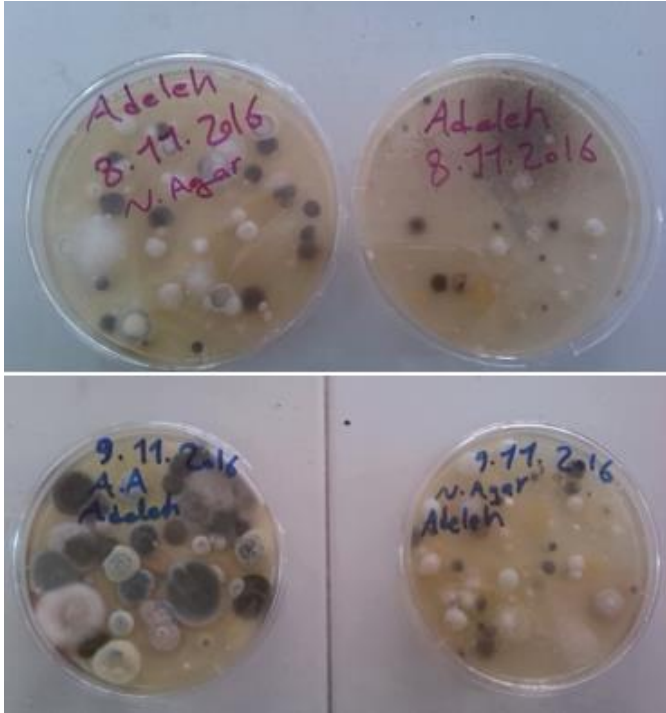


**Şekil 4.1.** 8 Kasım 2016 tarihli Modis Terra uydu verisi ve üzerinde 72 saatlik hava geri izleme sonuçları. (Yeşil yerden 3000 metre, mavi 1500 metre, kırmızı ise 500 metre yüksekliği göstermektedir).



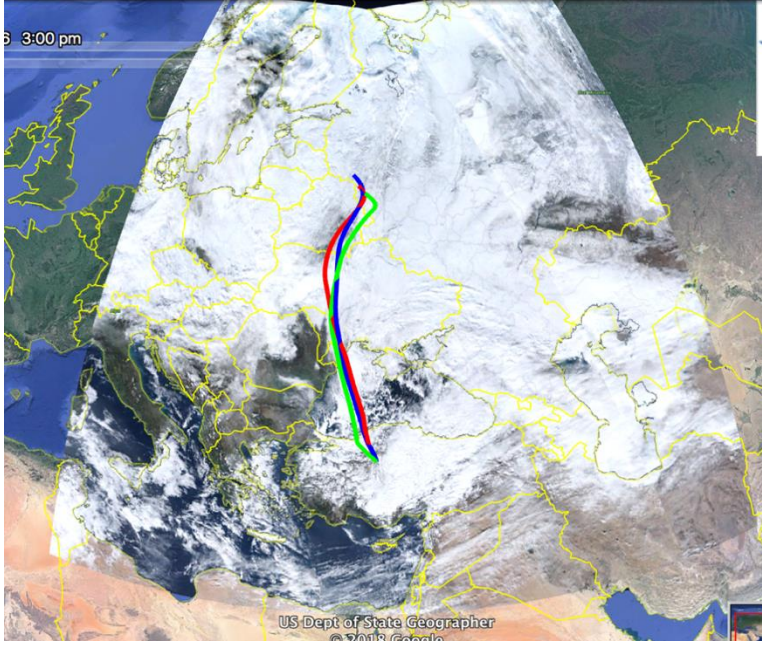
**Şekil 4.2.** 9 Kasım 2016 tarihli Modis Terra uydu verisi ve üzerinde 72 saatlik hava geri izleme sonuçları. (Yeşil yerden 3000 metre, mavi 1500 metre, kırmızı ise 500 metre yüksekliği göstermektedir).

Uydu verilerine göre 8-9 Kasım 2016 tarihinde Ankara atmosferi Sahra kökenli hava akımları tarafından etkilenmektedir. Bu dönemde yapılan bakteriyolojik amaçlı hava örnekleri sonuçları da Şekil 4.3’de verilmiştir.

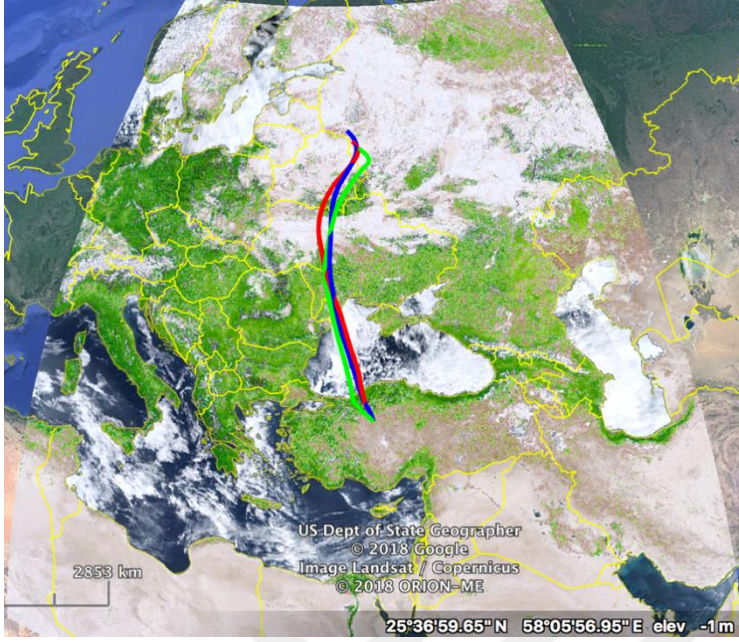


**Şekil 4.3.** (08/11 /2016) ve (09/11/2016) tarihlerinde Ankara atmosferine Sahra çölünden gelen hava örnekleri içerisinde gelişen bakteri ve mantar kolonileri

Agar da bekletilme sonucunda oluşan koloniler bize Sahra kökenli hava akımları sürecinde atmosferde bol miktarda bakteri ve mantar bulunduğunu kanıtlamaktadır. Bu bulgular Griffin ve ark tarafından, Bermuda da veya Afrika tozunun ulaştığı yerlerde yapılan bakteriyolojik analizlerde havadaki bakteri ve mantarın varlığını çeşitli defalar göstermişlerdir [2], [34]. Aynı örnekleme 16 Kasım 2016 tarihinde tekrar yapılmıştır. Anılan tarihli MODIS /Terra uydu verisi ve 72 saatlik geri izleme tekniği ile incelenmiş ve elde edilen sonuçlar Şekil 4.4’de gösterilmiştir. Bu şekilde 16 Kasım 2016 tarihli hava akımlarının yerden 500(kırmızı), 1500 (mavi) ve 3000 (yeşil) metre yukarıda nereden geldikleri gösterilmektedir.



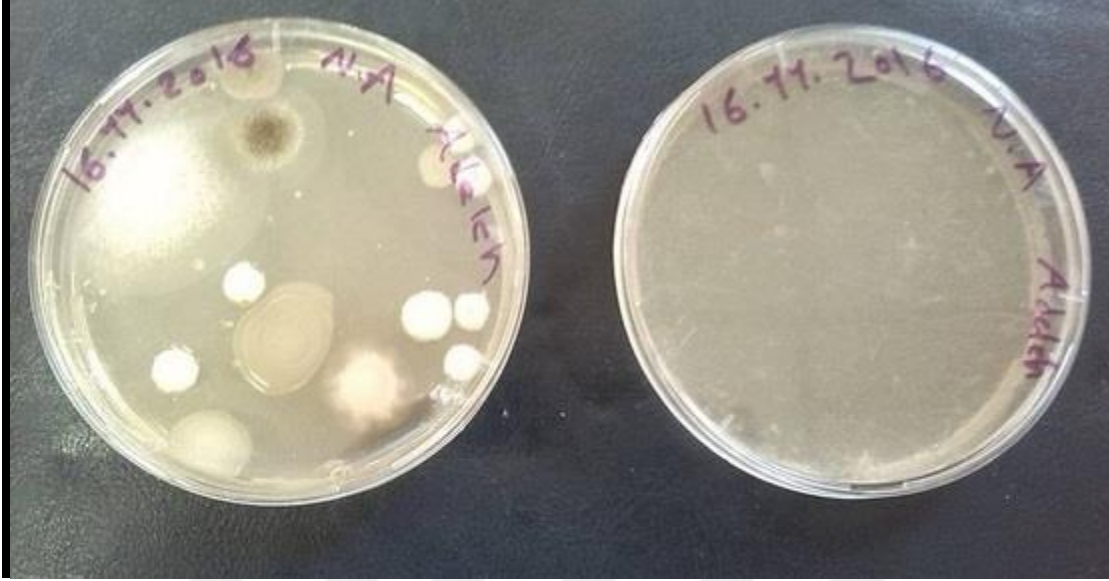
**Şekil 4.4.** 16 Kasım 2016 tarihli Modis Terra uydu verisi ve üzerinde 72 saatlik hava geri izleme sonuçları. (Yeşil yerden 3000 metre, mavi 1500 metre, kırmızı ise 500 metre yüksekliği göstermektedir)



**Şekil 4.5.** 16 Kasım 2016 tarihli uydu verilerine yerdeki vejetasyonun ilave edilmiş izleme sonuçları

Şekil 4.4’de 16 Kasım 2016 tarihli uydu verilerine yerdeki vejetasyonun ilave edilmiş hali ile de bakınca hava akımının geçtiği yerlerin yeşil alanlar olduğu dolayısı ile içerisinde toz bulundurma olasılığı olmadığı görülmektedir. Ancak güneyden gelen hava akımlarının geçtiği yerler ve kuzeyden gelen hava akımlarının geçtiği yerler göz önüne alınır ise sanki kuzeyden gelen hava kütlelerinin endüstriyel ve şehirleşme etkileri ile her açıdan daha yüklü olması beklentisi mevcuttur.

Ankara atmosferine 16/11/ 2016 tarihinde gelen hava uydu verisinden de izleneceği üzere hava akımı Rusya kökenlidir ve Anadolu’ya Karadeniz üzerinden geçerek gelmektedir. Aynı gün bakteriyolojik amaçla yapılan atmosferik örnekleme sonucunda agar üzerinde oluşan bakteri ve mantarları gösteren fotoğraf ise Şekil 4.6’da gösterilmektedir



**Şekil 4.6.** (16 /11/ 2016) tarihlerinde Ankara atmosferine kuzey yönünden gelen günde hava örnekleme

Yapılan bu deney Sahra tozlarının sadece kil mineralinden oluşmadığını ve içerisinde bulundurduğu bakteri ve mantarların tozların bulut içi reaksiyonu sonucunda detayları Saydam ve Şenyuva(2002) tarafından belirtilen reaksiyonları bulut içerisinde gerçekleştirebileceğinin kanıtı olmaktadır.

Bakterilerin etkisi hipotezin temel unsur olması nedeni ile (Reaksiyon 1.1) ve havadan gübre oluşturma görevi yapabilme özelliğini kanıtlamak için mikroorganizmaların tümünü yok eden çeşitli sterilizasyon yöntemlerden en etkili olan  $Co^{60}$ , Gama ışınlanma yöntemi kullanılmıştır.  $Co^{60}$  ışınlanması sonrasında 5, 10, 15, 20 gr/l olarak hazırlanan Sahra çözeltileri besin çözeltisi yerine algler ve arpa üzerinde denemiş ve herhangi bir etki yapmadıkları saptanmıştır. Bu sonuç Sahra çözeltisinin ideal gübre hale getiren temel unsurun Sahra toprağında bulunan mikroorganizmalar olduğunu kanıtlamıştır.

Yukarıda belirtildiği gibi hava kalitesi sadece bilinen parametrelerce değil halen hava kalitesini belirleyen bu bakteriyolojik materyallerin de etkisindedir. Bakteri ve mantarların mikrondan küçük olmaları da onları hava kalitesi izlenmesi açısından çok daha önemli kılmaktadır. Yani hava izleme istasyonları hava kalitesinin değişimini sadece bilinen kirleticilerin varlığı ile değil hava toz taşınımı sürecinde yoğunlaşan bakteri ve mantarların varlığı ile de yeniden şekillendirmek zorundadır. Bu gerçekten hareket ile yapılan çalışmalar Sahra tozu taşınımı süreçlerinde migren rahatsızlığının neden ve nasıl tetiklendiğini de göstermiştir [134].

Keza bölümümüzde iç ortam hava kalitesi araştırmaları kapsamında yapılan çalışmalar da iç ortam hava kalitesinin Sahra tozu taşınımları sürecinde değiştiğini defalarca kanıtlamıştır [43].

Hadi (2017) tarafından yapılan çalışmalarda da iç ortam hava kalitesinin lodos sürecinde kirlenmesi ancak poyraz sürecinde de tamamen temizlenmesi temel noktasından hareket ile bölümümüzde geliştirilen “poyrazmatik” adlı hava filtrasyon sistemi ile temizlenebileceğini de göstermiştir [135].

Sistemin temel prensibi havada Sahra tozu taşınım sürecinde yukarıda gösterildiği şekilde artan bakteri ve mantar sayısının havanın su dolu bir kaptan geçirilmesi ve dolayısı ile hava kabarcıklarının su yüzeyine çıkışına kadar su ile temas etmesi ve içerdiği toz bakteri ve mantarın da su kesime geçmesine dayanmaktadır.

Dış ortam havasının bir pompa ile emilmesi su içeren bir kabın en altından bir hava taşı ile sulu ortama pompalanması ve hava taşı ile su içerisinde hava kabarcıklarının oluşturulması ile havanın su yüzeyine kadar olan mesafede temizlenmesi iç ortam hava kalitesini değiştirirken su fazının da toz bakteri ve mantar tarafından zenginleşmesini sağlamaktadır.

Bu olay bu tezin başlığı olan “Havadan Gübre Elde Edilmesi ”nin de temelini oluşturmaktadır.

Havanın emilmesi sulu ortama pompalanması ve bu sürecin devamlılığının sağlanması

atmosferde toz taşınım süreçlerinde bol miktarda bulunan bakteri ve mantarların su fazına geçmesine, zaman içerisinde de konsantrasyonunun artmasına, su fazında biyofilm oluşmasına dahi neden olmaktadır (Şekil 4.7).



**Şekil 4.7.** Sahra Çözeltisinin Yakından Görünüşü

Bu tez kapsamında yapılan çalışmalar da atmosferik toz taşınımları sürecinde doğal olarak gerçekleşen bu olayın alıcı ortama etkilerinin çeşitli materyaller kullanılarak gösterilmesi şeklinde olacaktır. Ancak alıcı ortam etkilerinin incelenmesi aşamasında daha kolay cevap alabilmek amacı ile tozlu suyun oluşturulması doğal yöntemlerle değil Sahradan getirilen tozların bulut içerisinde geçirecekleri değişimin deneysel olarak gerçekleştirilmesi ve alıcı ortama verilmesi şeklinde uygulanmıştır.

#### **4.1. Sahra tozlu hava numunelerin Gram boyama test sonuçları**

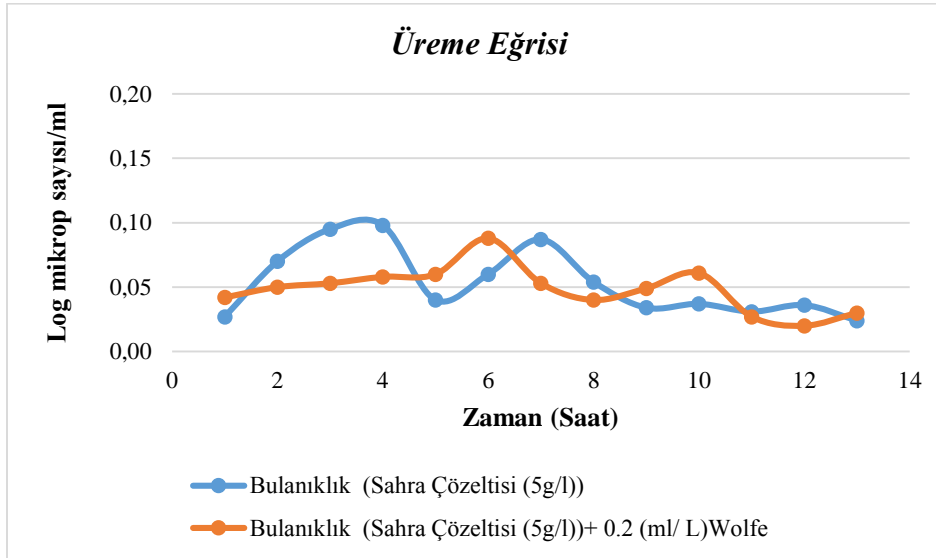
Bakteriyolojik amaçlı atmosferik örnekleme sonuçları bize hava akımlarının Sahra kaynaklı olduğu zaman havadaki bakteri ve mantar varlığını kanıtlamıştı. Bakterilerin de kendi içerilerinde gram negatif ve gram pozitif olarak ayrılmaları bilinmektedir. Bu amaçla yapılan boyama deneyleri sonucunda 5, 10, 15, 20 gr/l Sahra çözeltisinde ve her numuneden 3 tekrarda var olan bakterilerin ağırlıklı olarak pembe-kırmızı olarak yani Sahra kökenli hava örneklerinde

bakteri yoğunluğu Gram negatif gruptan sayılmaktadır. Gram negatif bakteriler hastalıklara neden olmaları sebebi daha tehlikeli olarak bilinmektedir. Daha önceden başka araştırmacılar tarafından yapılan tür tayinleri de bu bulgularımızı desteklemektedir [34], [35], [36], [37], [38], [39]. Literatür sonuçları özellikle Bermuda gibi sık sık Sahra toz taşınımı etkisinde kalabilen yerlerde bronşit ve astım hastalığı gibi solunum yolları rahatsızlıklarının büyük nedeninin Afrika'dan gelen toz küçük tanecikleri partiküller ( $<10 \mu\text{M}$ ) olduğu ve onların nefes yoluyla akciğerle kader inmesi nedeni ile tetiklendiği bilinmektedir [36], [136].

#### 4.2. Sahra çözeltilisinde bakterilerin çoğalma eğrileri ve sonucu

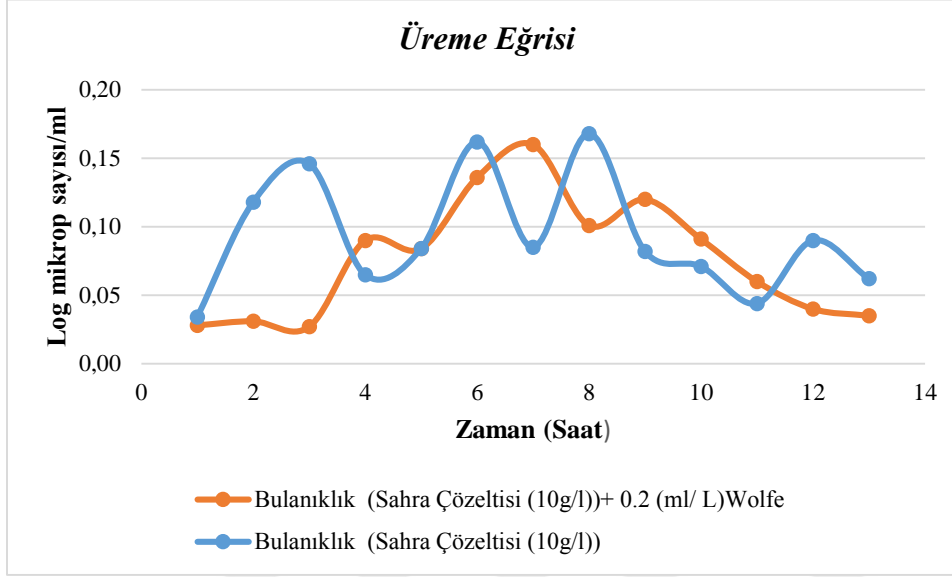
Sahradan gelen hava akımlarında bakteri ve mantarların varlığı bunların tek tür olmadığı ve dolayısı ile farklı çoğalma fazları göstermeleri beklenmektedir. Bu amaçla yapılan deneyler 5, 10, 15 ve 20 g/l Sahra çözeltilisi içeren ve ayrıca aynı oranlarda Sahra çözeltilisi içeren kaplara mikroorganizmaların büyüme fazlarını hızlandırmak amacıyla kullanılan Wolfe çözeltilisinden 0,2 ml/l ilave edilmesi ile iki ayrı paralelde yapılmıştır [137].

Sahra çözeltilisi içeren kaplardaki bakteri ve mantar gelişimi Wolfe katkısı içeren besi ortamlarına göreceli olarak çok daha kısa sürede gerçekleşmiştir. Her iki çözeltilide de izlenen ani bir yükseliş daha sonra belirgin bir azalma ile devam etmiştir. Bu değişimler Şekil 4.8, 4.9, 4.10 ve 4.11'de gösterilmiştir. Bu değişimler Sahra çözeltilisinin mono bir kültür olmadığını çeşitli bakteri ve mantar topluluklarını barındırdığını göstermektedir. Atmosferik örneklemeler de bunu zaten kanıtlamıştır.

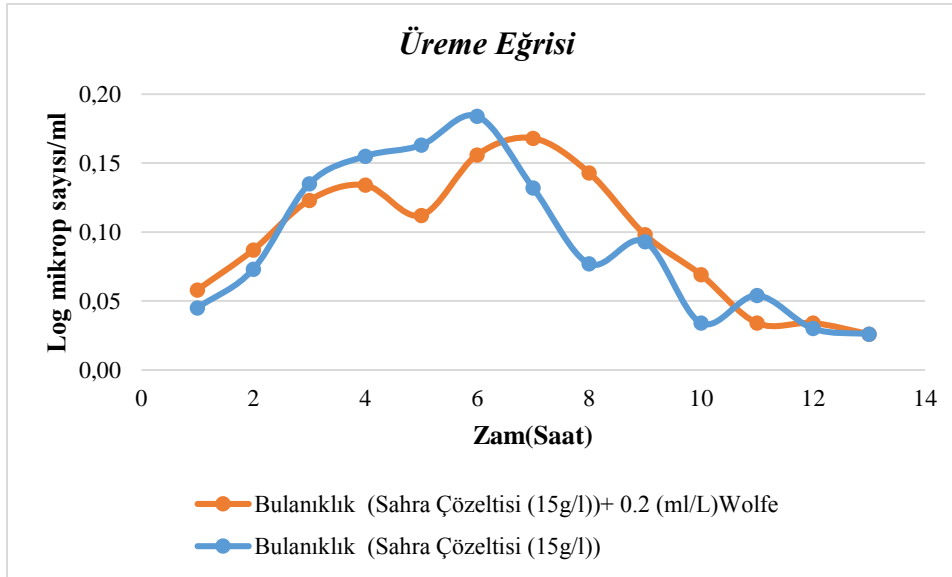




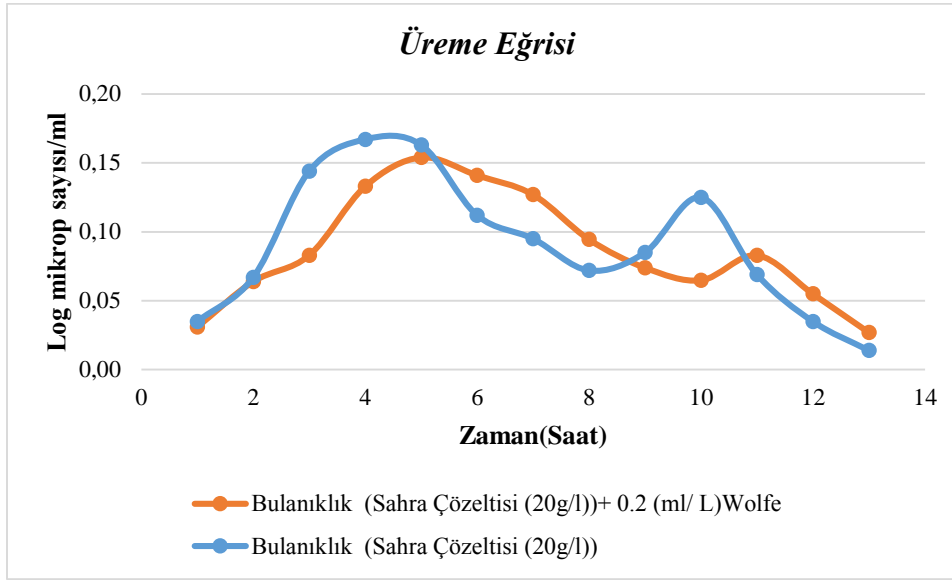
**Şekil 4.8.** Sahra çözeltilerinde (5 g/l) ve Sahra çözeltilerinde (5 g/l)+ (0.2 ml/L) Wolfe solüsyon eklenmiş halde üreme eğrisi



**Şekil 4.9.** Sahra çözeltilerinde (10 g/l) ve Sahra çözeltilerinde(10g/l)+ (0.2 ml/L) Wolfe solüsyon eklenmiş halde üreme eğrisi



**Şekil 4.10.** Sahra çözeltilerinde(15 g/l) ve Sahra çözeltilerinde(15g/l)+ (0.2 ml/L) Wolfe solüsyon eklenmiş halde üreme eğrisi



**Şekil 4.11.** Sahra çözeltilerinde(20 g/l) ve Sahra çözeltilerinde(20g/l)+ (0.2 ml/L) Wolfe solüsyon eklenmiş halde üreme eğrisi

Şekillerdeki gelişme eğrilerine dikkatli bakıldığında Sahralı çözeltiye Wolfe katkısının mikroorganizma gelişimi üzerinde negatif bir etki yaptığı ve gelişim sürecinde de yaklaşık 1 saatlik bir engellenmenin ardından mikroorganizmaların Sahra çözeltilisindeki gelişmelere paralel bir büyüme eğrisi içerisinde geliştiği söylenebilir. Bir başka deyişle Sahra çözeltilisi içerisinde bakteri ve mantar gelişimi doğal hızlı sürecini sürdürürken bu çözeltiye daha iyi gelişme ortamı sağlar düşüncesi ile ilave edilen Wolfe besisi, mikroorganizmaların ihtiyacından fazla nütrient bir ortama neden olup ve inhibe edici etkisi göstermiş ve gelişim sürecini negatif etkilemiştir.

#### 4.3.Sahra çözeltileri (10g/l) İyon Kromatografi ve ICP/MS Elementel Analysis sonuçları

Sahra toprağı ile ilgili günümüze kadar yapılan tezler sonucunda her ne olumlu sonuç alınır ise akla hemen Sahra toprağının içerisinde diğer topraklarda olmayan başka bir özellik olduğu varsayılmaktadır. Çöl olması nedeni ile verimli olarak varsayılan toprakların olası farkını araştırmak bu tez aşaması da dahil olmak üzere sık sorulan sorular arasında yer almaktadır. Sahra toprağının yapısının bildiğimiz herhangi bir toprak yapısından belirgin bir farkı yoktur [2]. Ancak Saydam ve Şenyuva(2002) tarafından da gösterildiği gibi Sahra tozu uzun mesafeli taşınım süreçlerinde bulut içerisindeki su ile temas etmesi sonrasında yeterli güneş enerjisinin de olması halinde diğer topraklardan farklılaşma göstermektedir. Bu farklılaşma kendisini bulut

içerisinde yeterli güneş enerjisinin de etkisi ile oluşan reaksiyonlar sonucunda oluşan kullanılabilir elementler, kullanılabilir karbon ve her çeşit amino asitler olarak belirlenmiştir. Deneysel olarak bu süreçte Sahra toprağı içeren bir karışımdaki katyonların ve metallerin değişimine güneş enerjisinin olası etkisini gösterebilmek amacı ile 10g/l içeren Sahra suyu karanlıkta ve güneş enerjisi altında 120 dk bekletilmiş ve alınan örneklerde İyon Kromatografi analizleri ile katyonlara ve ayrıca ICP/MS cihazı ile de elementel dağılımı incelenmiştir. Öncelikle Sahra toprağının ve bu toprağın 10 g/l olarak suda çözünen kesiminde yapılan ICP/MS analiz sonuçları Sahra toprağı bileşenleri hakkında bir bilgi vermektedir. Analiz edilen toprağın örneğın demir seviyesi %1 mertebesindedir. Bu seviyenin de sadece milyonda yedi gibi bir miktarı çözünebilir demirdir. Diğer tüm elementler herhangi bir topraktaki değişimlerde izlenebilecek değişimlerdir. Suda çözünebilir seviyeler ise her bir element için Tablo 4.1'de gösterilmiştir. Örneğın fosfor Sahra toprağında tespit edilememiştir. Suda çözünen miktarı da elbette yoktur.

**Tablo 4.1.** Sahra Toprağında ve Güneşte beklenen Sahra çözeltisi (10 g/l distile steril su) ICP-MS sonuçları

ICP-MS Elemental Analysis		
Sahra Toprağı%		Sahra Çözeltisi (10 g/l Distile Saf Su) %
Si	23	0.000498
Ca	9	0.036
S	2	0.0299
Fe	1	0.00007
Al	2	0.00011
Ti	0.2	0
K	0.7	0.00072
Mg	0.5	0.00032
Na	0.14	0.0012
Sr	0.08	0.00035
P	0.06	0
Mn	186 (mg/kg)	22(µg/l)
Ba	370(mg/kg)	24 (µg/l)

Zn	26(mg/kg)	19 (µg/l)
Li	13(mg/kg)	5 (µg/l)
Ni	13(mg/kg)	4 (µg/l)
Cu	5(mg/kg)	1.4 (µg/l)
Pb	11(mg/kg)	0
Rb	32(mg/kg)	1.7 (µg/l)
Y	5(mg/kg)	0.1 (µg/l)
Zr	65(mg/kg)	0.3 (µg/l)
Ce	34(mg/kg)	1 (µg/l)
La	16(mg/kg)	0.4(µg/l)
Nd	16(mg/kg)	0.3 (µg/l)
U	5(mg/kg)	1.3 (µg/l)
Th	5(mg/kg)	0.1 (µg/l)
V	31(mg/kg)	0
Cr	26(mg/kg)	0
Ga	5(mg/kg)	0
Nb	2(mg/kg)	0
Pr	4(mg/kg)	0
Sm	3(mg/kg)	0
Eu	0.8(mg/kg)	0
Gd	3(mg/kg)	0
Tb	0.5(mg/kg)	0
Dy	3(mg/kg)	0
Ho	0.5(mg/kg)	0
Er	2(mg/kg)	0
Tm	0.3(mg/kg)	0
Yb	1(mg/kg)	0
Lu	0.3(mg/kg)	0
Hf	6(mg/kg)	0

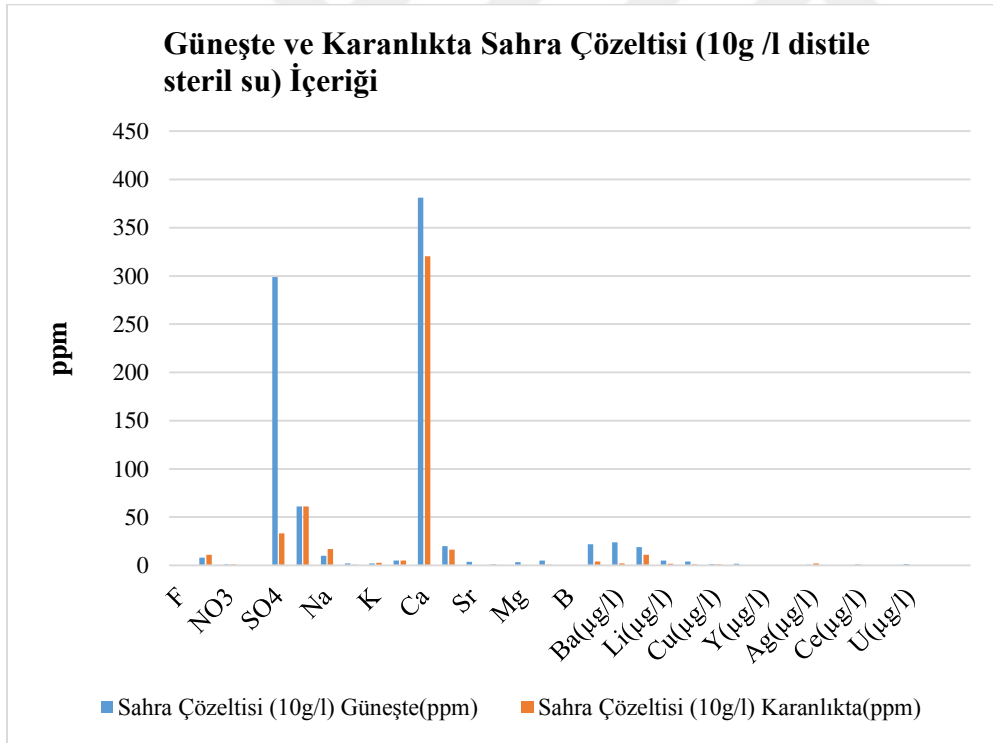
**Tablo 4.2.** Aydınlık ve karanlık ortamlarda bekletilen Sahra çözeltisinde ICP-MS/ İyon kromatografi sonuçları

Elementler	Sahra Çözeltisi (10g/l) Güneşte (ppm)	Sahra Çözeltisi (10g/l) Karanlıkta (ppm)
F	0.44	0.43
Cl	7.96	10.84
NO <sub>3</sub>	0.85	0.91
PO <sub>4</sub>	0	0
SO <sub>4</sub>	299	33

HCO <sub>3</sub>	61	61
Na	10.00	16.78
NH <sub>4</sub>	1.93	0.58
K	1.88	2.64
Mg	4.82	4.85
Ca	381.27	320.41
Anyon	19.89	16.37
Sr	3.5	0.3
Al	1.1	0.2
Mg	3.2	0.4
Si	4.98	0.5
B	0.24	0.06
Mn(µg/l)	22	4
Ba(µg/l)	24	2
Zn(µg/l)	19	11
Li(µg/l)	5	1.5
Ni(µg/l)	4	1
Cu(µg/l)	1.4	1
Rb(µg/l)	1.7	0.1
Y(µg/l)	0.1	-
Zr(µg/l)	0.3	-
Ag(µg/l)	0.8	2
La(µg/l)	0.4	-
Ce(µg/l)	1	-
Nd(µg/l)	0.3	-
U(µg/l)	1.3	-
Th(µg/l)	0.1	-
Hata%	0.29	2.50

Aydınlık ve karanlık ortamlarda bekletilen Sahra çözeltilerinde oluşan katyonlar ve elementlerin dağılımına bakıldığında en belirgin artışın sülfatta olduğu izlenmektedir. Örneğin nitrat gibi biyoreaktif bir katyonun güneşte bekleyen çözeltilerde daha az olması onun kullanıldığı anlamına gelmektedir. Güneş enerjisinin de etkisi ile ortama çıkan ve kullanılan aletlerin duyarlılığı sınırları içerisinde elde edilen metallerin dağılımı da Tablo 4.2’de gibidir. Bu tez aşamasında bunların davranışına genel anlamda bakılmış herhangi bir elementin tek başına davranışına dikkat edilmemiştir.

ICP-MS analiz sonuçları güneş ışığı altında bekletilen Sahra çözeltilerinde sülfatın arttığını kesin olarak kanıtlamaktadır. Benamma tarafından yapılan çalışmalarda da özellikle Libya Al Hamada bölgesindeki toprakların su ile teması sonrasında sülfat ürettikleri bulunmuştur. Sahra kaynaklı tozların Sahra üzerinde etkili hava koşulları süreçlerindeki oluşumları sadece tek bir kaynaktan oluşmamaktadır [20] . Çeşitli coğrafik bölgeler üzerinden geçerek atmosfere karışan tozlar güne özgü değişik bir kompozisyonla doğaya yayılmaktadır. Su ile temas sonrası oluşan sülfatın da bu denli karışımlar sonucunda atmosfere karışan tozların güneş etkisi sonucunda çözünmesi veya henüz bilmediğimiz bir mekanizma ile reaksiyon sonunda oluşması ileri sürülebilir. IC analizleri karanlık ve aydınlık ortamda sülfat değişimi haricinde belirgin başka bir katyon değişimi göstermemiştir. Ancak elde edilen sonuçlar örneğin NASA bilim adamları tarafından Amazon ormanlarının bu kadar gelişmiş olma nedeni olarak gösterilen Sahra tozlarındaki fosfatın elimizdeki toprak örneklerinde olmadığını da kanıtlamaktadır.



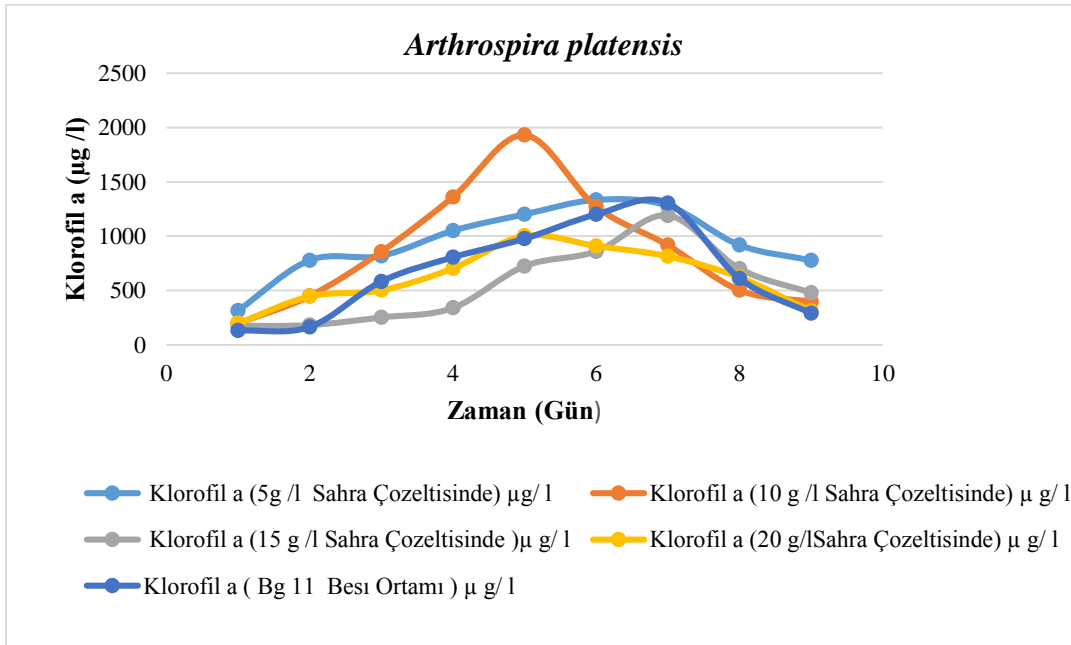
**Şekil 4.12.** Güneşte ve karanlıkta Sahra çözeltisi (10 g/l distile steril su) içeriği iyon kromatografi ve ICP-MS sonuçları

#### 4.4. Alglerin Deney Sonuçları:

Sahra çöl tozunun hangi oranlarda alıcı ortama en olumlu etkisi olduğunun saptanabilmesi amacı tasarlanan bu deney dizininde klorofil a oluşumunda ilk üç sırayı alan alglerin kullanılması düşünülmüştür. Çeşitli oranlarda Sahra tozu içeren çözeltiler hem o alg için kabul edilen ideal besi ortamında hem de çeşitli Sahra toprağı içeren çözeltilerde hem ortalama ve hem maksimum klorofil a miktarı izlenerek araştırılmıştır.

##### 4.4.1. *Arthrospira platensis*

İdeal Sahra çöl tozu karışımının denenmesi amacı ile seçilen ilk alg türü olan *Arthrospira platensis* 'in gelişimi bu tür alg için yaygın olarak kullanılan BG1 ideal besin ortamında ve ayrıca değişik oranda Sahra çözeltili içeren ortamlarda iklim dolabında, aynı koşullarda ve 3 tekrarlı olarak yapılan deney setleri ile takip edilmiş ve sonuçlar Şekil 4.13'de verilmiştir. Kontrol olarak ideal gelişimin beklendiği BG11 besin ortamında ve Sahra çözeltili ile beslenen *Arthrospira platensis* gelişimleri mikroskop altında (Leica DMIL Inverted Microscope 4x 10x magnification) görüntülenmiş ve fotoğrafları çekilmiştir. Her iki besi yerinde de aynı morfoloji izlenmiştir (Şekil 4.13, 4.14).



Şekil 4.13. Değişik besin ortamlarında *Arthrospira platensis* 'de klorofil a değişimi

İdeal besin çözeltisi ve çeşitli miktarlardaki Sahra toprağı içeren besi ortamlarında yetiştirilen *Arthrospira platensis* 5,15 ve 20 gram Sahra toprağı içeren besi ortamlarında elde edilen klorofil a sonuçlarına göre ideal büyümeye paralel bir gelişim göstermiştir. Ancak litrede 10 gram olarak hazırlanan Sahra toprağında ise ideal gelişmenin de %47 ötesinde ve belki de daha da önemlisi ideal gelişmenin klorofil a maksimum ortalama seviyesine 7-8 günlerde ulaşmasına karşın Sahra çözeltili besi ortamında, ortalama klorofil a seviyesine 5 günde ulaşılmıştır. Bu gelişim fotoğraflar ile de kanıtlanmış ve litrede 10 gram içeren çözeltide sağlanan klorofil a miktarının bariz bir şekilde diğerlerine oranla daha koyu olduğu gözlemlenmiştir. Litrede 10 gram Sahra toprağı içeren çözelti ve ideal besi ortamında sağlanan gelişmeleri içeren beherlerin fotoğrafları da ideal gelişmenin Sahra toprağına göreceli olarak çok seyreltik kaldığını kanıtlamaktadır.



Şekil 4.14. Değişik çözeltilerle büyütülen *Arthrospira platensis* görünümü





Şekil 4.15. *Arthrospira platensis* 'in değişik besin ortamlarında mikroskobik görüntüsü

İdeal besi ortamı ve 10 gram sahra içeren çözeltilerde elde edilen gelişimin mikroskop ile izlenmesi sonucunda da 8 gün itibarı ile *Arthrospira platensis* tip alg gelişiminin çok daha başarılı olduğu izlenmektedir.

3 tekrar sonunda elde edilen klorofil a değerlerinin kontrol besi yeri ile birlikte istatistiksel olarak değerlendirilmesi sonucunda da litrede 10 gram Sahra toprağı içeren besi yerinde sağlanan gelişimin diğerlerine oranla farkı net bir şekilde izlenmektedir. Maksimum klorofil a miktarı ve uğradığı gün arasında Multiple Range Testin sonuçları anlamlı şekilde (P değeri =0) göstermiştir. Maksimum klorofil a 10 gram Sahra çözeltisinde 4 uncu günde ve en yüksek değeri (1929 ( $\mu\text{g/l}$ )) diğer ortamlara göre elde edilmiştir (Tablo 4.3), (Tablo 4.4).

**Tablo 4.3.** *Arthrospira platensis* 'de maksimum klorofil a ve zaman arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları

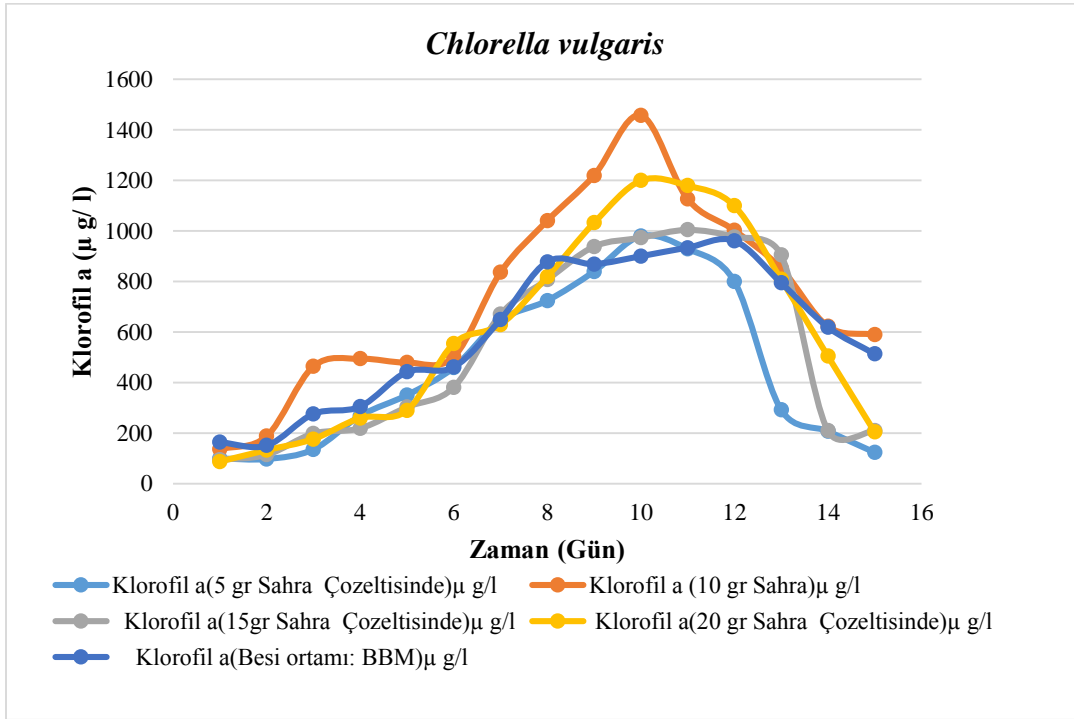
Faktör (maksimum klorofil a ( $\mu\text{g/l}$ ) değişik ortamlarda )	Ortalama (Gün)	Deney tekrarı	Homojen Gruplar	P değeri
Klorofil a 20gr / lt Sahra Çözeltisinde	2,66	3	X	0.00
Klorofil a 10gr / lt Sahra Çözeltisinde	4,0	3	X	
Klorofil a 15gr / lt Sahra Çözeltisinde	5,0	3	X	
Klorofil a BG11	6,33	3	X	
Klorofil a 5gr / lt Sahra Çözeltisinde	6,33	3	X	

**Tablo 4.4.** *Arthrospira platensis* 'de maksimum klorofil a ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları

Faktör (maksimum klorofil a ( $\mu\text{g/l}$ ) değişik ortamlarda )	Ortalama (maksimum klorofil a ( $\mu\text{g/l}$ ))	Deney tekrarı	Homojen Gruplar	P değeri
Klorofil a 20gr / lt Sahra çözeltisinde	1048,0	3	X	0.00
Klorofil a 15gr / lt Sahra Çözeltisinden	1190,0	3	XX	
Klorofil a BG11 ( $\mu\text{ gr / lt}$ )	1253,0	3	X	
Klorofil a 5gr / lt Sahra Çözeltisinde	1274,33	3	X	
Klorofil a 10gr / lt Sahra Çözeltisinden	1929,0	3	X	

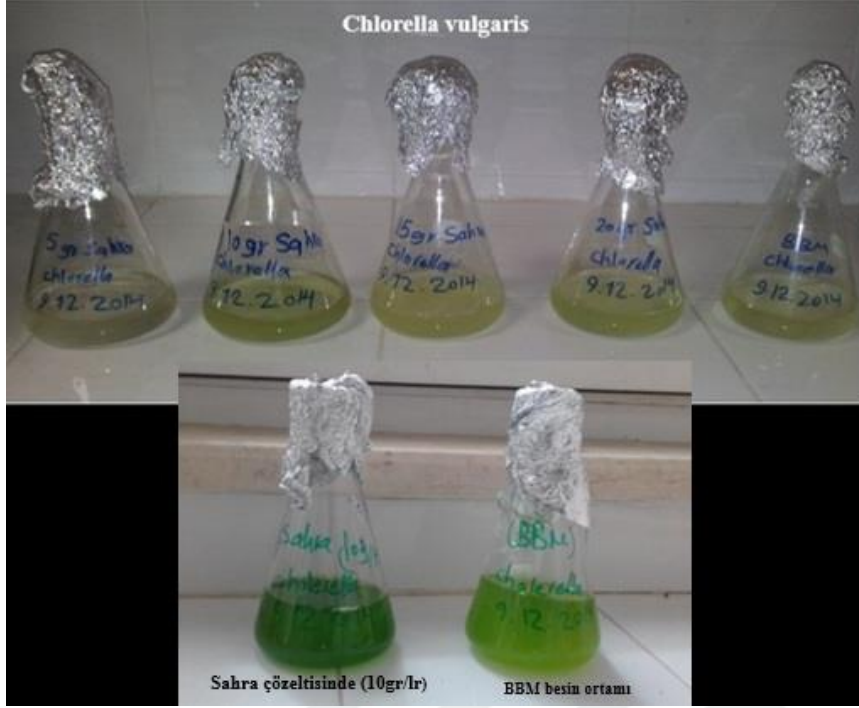
#### 4.4.2. *Chlorella vulgaris*

Üzerinde çalışılan ikinci alg türü *Chlorella vulgaris* olmuştur. 3 tekrarlı yapılan deneylerde ideal büyüme için bu tür alglerde kullanılan BBM besin ortamı kullanılmıştır. Sahra çözeltileri olarak ise (5g/l, 10g/l, 15g/l, 20g/l) içeren çözeltilere ekilen *C.vulgaris* gelişimleri klorofil a değişimleri olarak izlenmiş ve sonuçlar Şekil 4.16 gösterilmiştir.



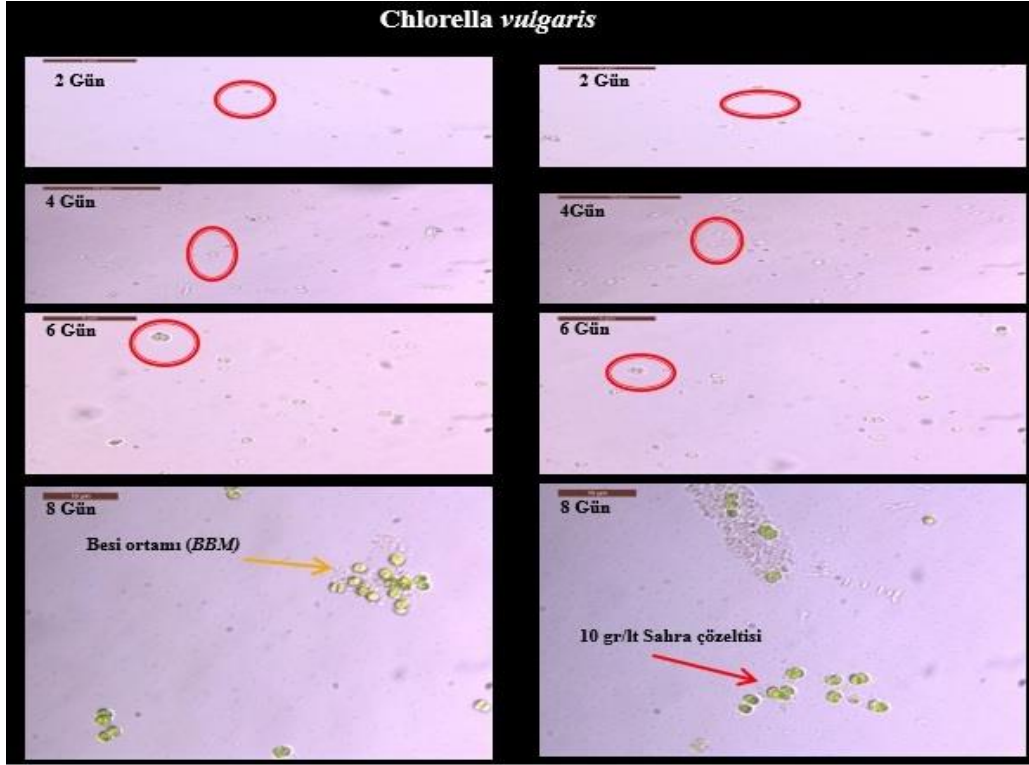
Şekil 4.16. Değişik besin ortamlarında *Chlorella vulgaris* 'de klorofil a değişimi

Şekil 4.16 'ten de görüleceği üzere BBM yani ideal büyüme için gerekli her türlü kimyasal maddeyi içeren çözeltide klorofil a ortalaması, Sahra çözeltisi içeren klorofil a ortamlardan daha az seviyesindedir.



**Şekil 4.17.** Değişik çözeltilerle büyütülen *Chlorella vulgaris* görünümü

Şekil 4.16 te grafik olarak gösterilen klorofil a miktarı Şekil 4.17 te gösterilen fotoğraflardan da net bir şekilde izlenebilmektedir. İdeal büyüme (BBM) çözeltisi ile 10g/l içeren Sahra çözeltisinin karşılaştırılmasında da klorofil a seviyelerindeki farklılaşma net bir şekilde izlenebilmektedir.



**Şekil 4.18.** *Chlorella vulgaris*'de değişik besin ortamlarında mikroskobik görüntüsü

BBM besin ortamında ve Sahra çözeltisinde yapılan deneylerde *C. vulgaris* gelişimleri mikroskop altında ve farklı günlerde görüntülenmiştir. Farklı besin ortamlarında olsa da aynı morfoloji görülmüştür (Şekil 4.18).

İstatistiksel Multiple Range Testin sonuçları da *Chlorella vulgaris* için 10 g/l içeren Sahra çözeltisinde sağlanan gelişmenin ideal besin ortamı olarak kullanılan BBM çözeltisinden daha iyi gelişime neden olduğu ve istatistik açısından (P değeri =0), net bir şekilde izlenmektedir (1404 µg/l). *Chlorella vulgaris* türünün içerdiği maksimum klorofil a miktarı BBM besin ortamında 11 günde en üst seviyeye ulaşırken, Sahra içeren çözeltide bu gelişim 9 günde en üst seviyeye çıkmıştır (Tablo 4,5; Tablo 4,6).

**Tablo 4.5.** *Chlorella vulgaris* 'de maksimum klorofil a ve zaman arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları

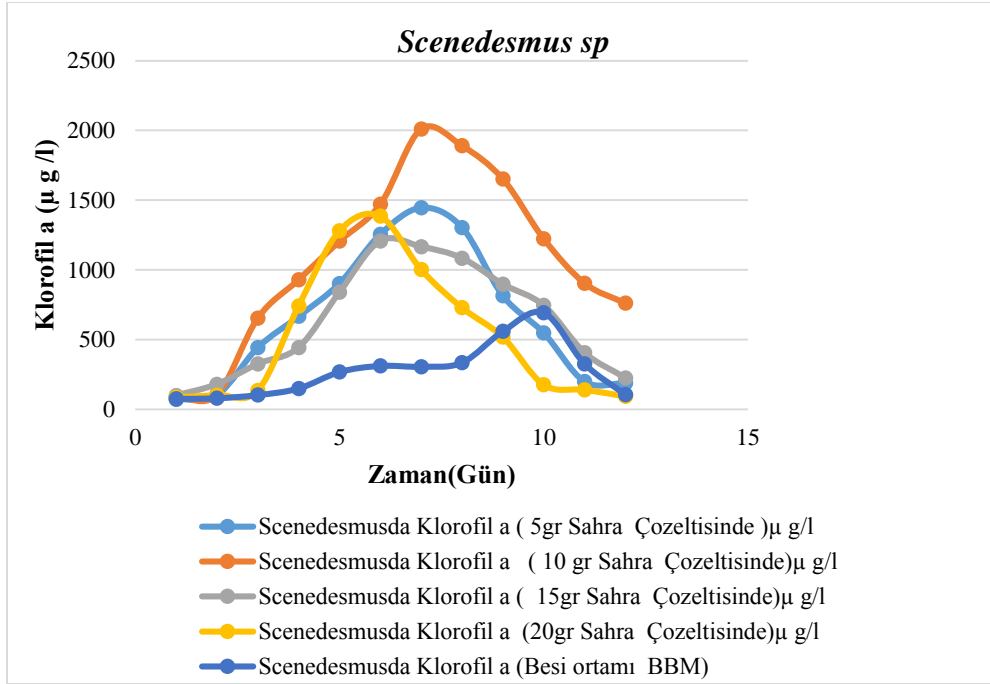
Faktör (maksimum klorofil a ( $\mu\text{g/l}$ ) değişik ortamlarda )	Ortalama (Gün)	Deney tekrarı	Homojen Gruplar	P değeri
Klorofil a 10gr / lt Sahra Çözeltisinde	9,66	3	X	0,49
Klorofil a 15gr / lt Sahra Çözeltisinde	10,0	3	X	
Klorofil a 20gr / lt Sahra Çözeltisinde	10,66	3	X	
Klorofil a 5gr / lt Sahra Çözeltisinde	10,66	3	X	
Klorofil a BBM	11,0	3	X	

**Tablo 4.6.** *Chlorella vulgaris* 'de maksimum klorofil a ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları

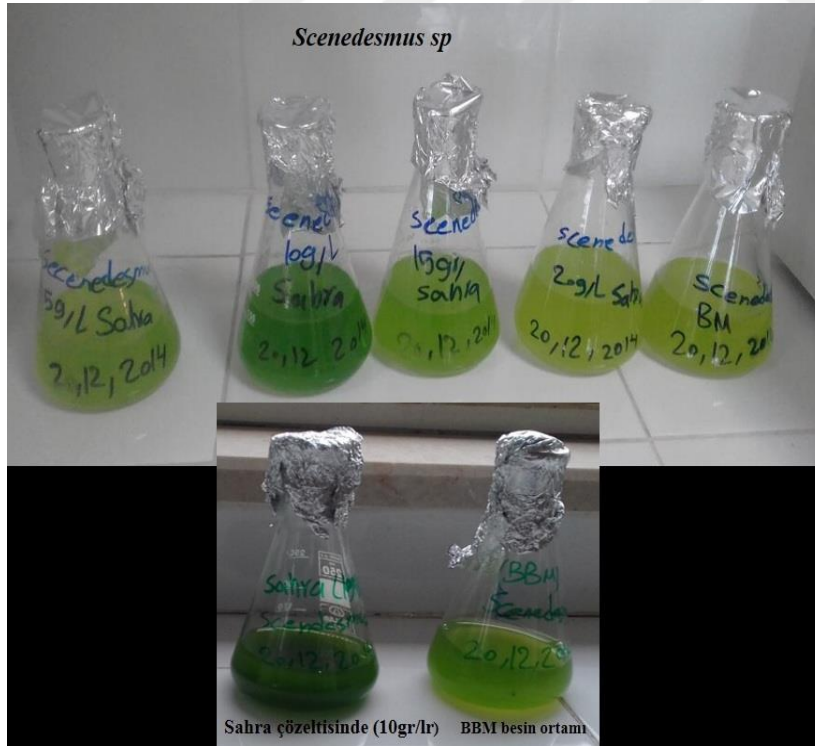
Faktör (maksimum klorofil a ( $\mu\text{g/l}$ ) değişik ortamlarda )	Ortalama (maksimum klorofil a ( $\mu\text{g/l}$ ))	Deney tekrarı	Homojen Gruplar	P değeri
Klorofil a 5gr / lt Sahra çözeltisinden	975,66	3	X	0.00
Klorofil a BBM	993,33	3	X	
Klorofil a 15gr / lt Sahra Çözeltisinde	1041,0	3	XX	
Klorofil a 20gr / lt Sahra Çözeltisinde	1177,0	3	X	
Klorofil a 10gr / lt Sahra Çözeltisinde	1404,0	3	X	

#### 4.4.3. *Scenedesmus sp*

Üzerinde çalışılan üçüncü alg türü *Scenedesmus sp*'dir. Bu tür alg için de literatürde genel olarak kullanılan besi ortamı olan BBM, ideal besi ortamı olarak kullanılmıştır. Sahra çözeltisi olarak da diğer alg türlerinde de olduğu gibi 5-10-15 ve 20 g/l toprak içeren besi ortamları olarak kullanılmış ve gelişim klorofil a izleme şeklinde yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Şekil 4.19'de *Scenedesmusu sp* türü alg en iyi gelişimini 10 gram Sahra içeren çözeltide en fazla klorofil a miktarı gösterilmiştir.



**Şekil 4.19.** Değişik besin ortamlarında *Scenedesmus sp* 'de klorofil a değişimi



**Şekil 4.20.** Değişik çözeltilerle büyütülen *Scenedesmus sp* görünümü

*Scenedesmus sp* türü alg ile yapılan deneyler sonucunda BBM besi ortamına göre 10g/l Sahra çözeltisi içeren ortamda sağlanan klorofil a gelişimlerinin görsel Şekil 4.20’de verilmiştir. Fotoğraftan da görüleceği gibi ideal besi ortamında sağlanan klorofil a artışı Sahra çözeltisine göre çok daha zayıf kalmıştır.



**Şekil 4.21.** *Scenedesmus sp* değişik besin ortamlarında mikroskopik görünümü

BBM besin ortamında ve Sahra çözeltisinde *Scenedesmus sp* mikroskop altında farklı günlerde görüntülenmiştir ve iki grup değişik besin ortamlarında aynı morfolojiye sahip oldukları görülmüştür (Şekil 4.21).

Yapılan istatistiksel Anova ve Multiple Range Testin sonuçlarına göre, *Scenedesmus sp* 10g/l içeren Sahra çözeltisinde maksimum klorofil a istatistiksel anlamda da (P değeri=0), geçerli artışını kanıtlamıştır (Tablo 4,7).

Zaman açısından kullanılan tüm Sahra çözeltilerinde, BBM ortamına göre daha kısa zamanda maksimum klorofil a elde edilmiştir (Tablo 4,8).



**Tablo 4.7.** *Scenedesmus sp'*de maksimum klorofil a ve zaman arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları OVA Testinin Sonuçları

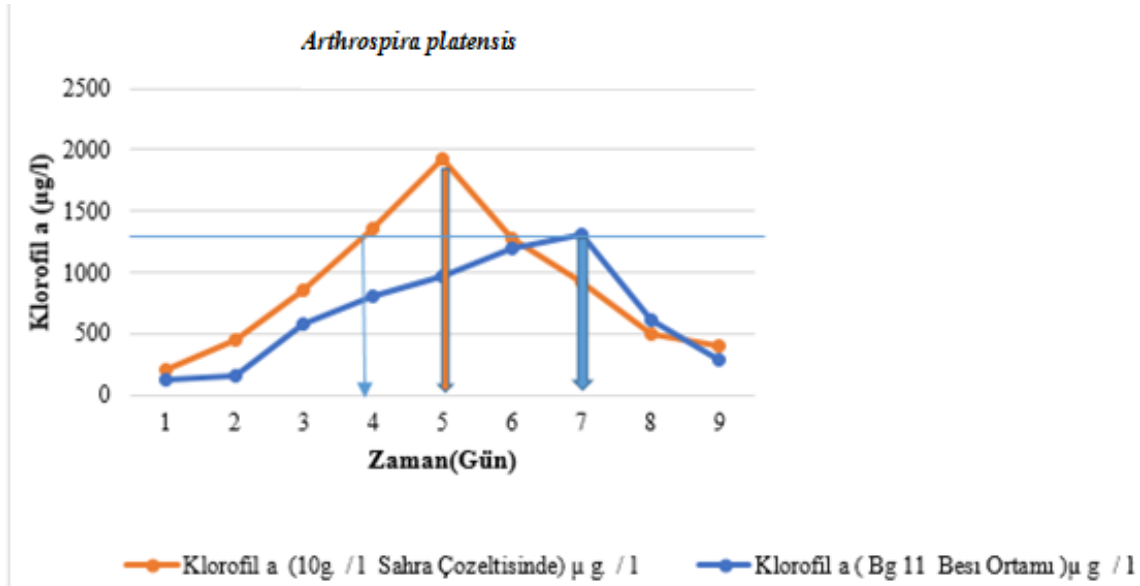
Faktör (maksimum klorofil a ( $\mu\text{g/l}$ ) değişik ortamlarda )	Ortalama (Gün)	Deney tekrarı	Homojen Gruplar	P değeri
Klorofil a 20gr / lt Sahra Çözeltisinde	5,66	3	X	0,0
Klorofil a 15gr / lt Sahra Çözeltisinde	6,66	3	X	
Klorofil a 5gr / lt Sahra Çözeltisinde	7,33	3	X	
Klorofil a 10gr / lt Sahra Çözeltisinde	7,33	3	X	
Klorofil a BBM	10,0	3	X	

**Tablo 4.8.** *Scenedesmus sp'*de maksimum klorofil a ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları

Faktör (maksimum klorofil a ( $\mu\text{g/l}$ ) değişik ortamlarda )	Ortalama (maksimum klorofil a ( $\mu\text{g/l}$ ))	Deney tekrarı	Homojen Gruplar	P değeri
Klorofil a BBM	646,66	3	X	0.00
Klorofil a 15gr / lt Sahra Çözeltisinde	1214,67	3	X	
Klorofil a 20gr / lt Sahra Çözeltisinde	1330,67	3	XX	
Klorofil a 5gr / lt Sahra Çözeltisinde	1413,33	3	X	
Klorofil a 10gr / lt Sahra Çözeltisinde	1987,67	3	X	

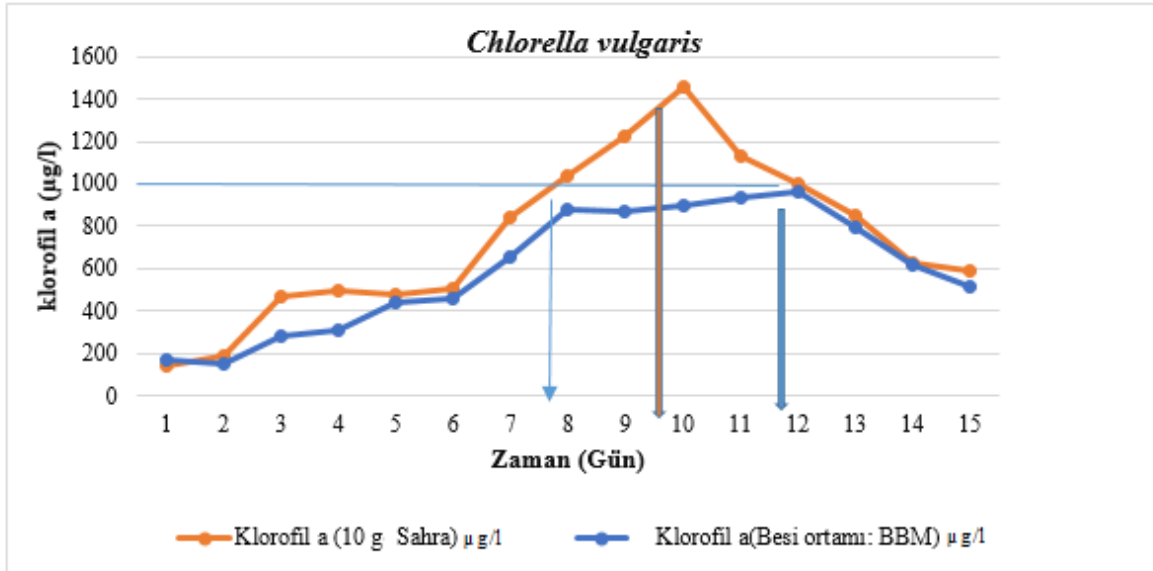
#### 4.5. İdeal ve Sahra çözeltisinde alg gelişimlerinin karşılaştırılması

Her üç alg türünde 10 g/l Sahra çözeltisinin, kullanılan besi ortamlarına göre daha başarılı olduğu kanıtlanmış olmaktadır. Bu bölümde deneylerde kullanılan alglerin, sadece ideal besi ortamları ve en iyi gelişimi sağlayan Sahra çözeltisi içerisindeki davranışları karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.



Şekil 4.22. *Arthrospira platensis*'in Sahra çözeltisi ile ideal besi yerinde 9 günlük ortalama klorofil a değişimi

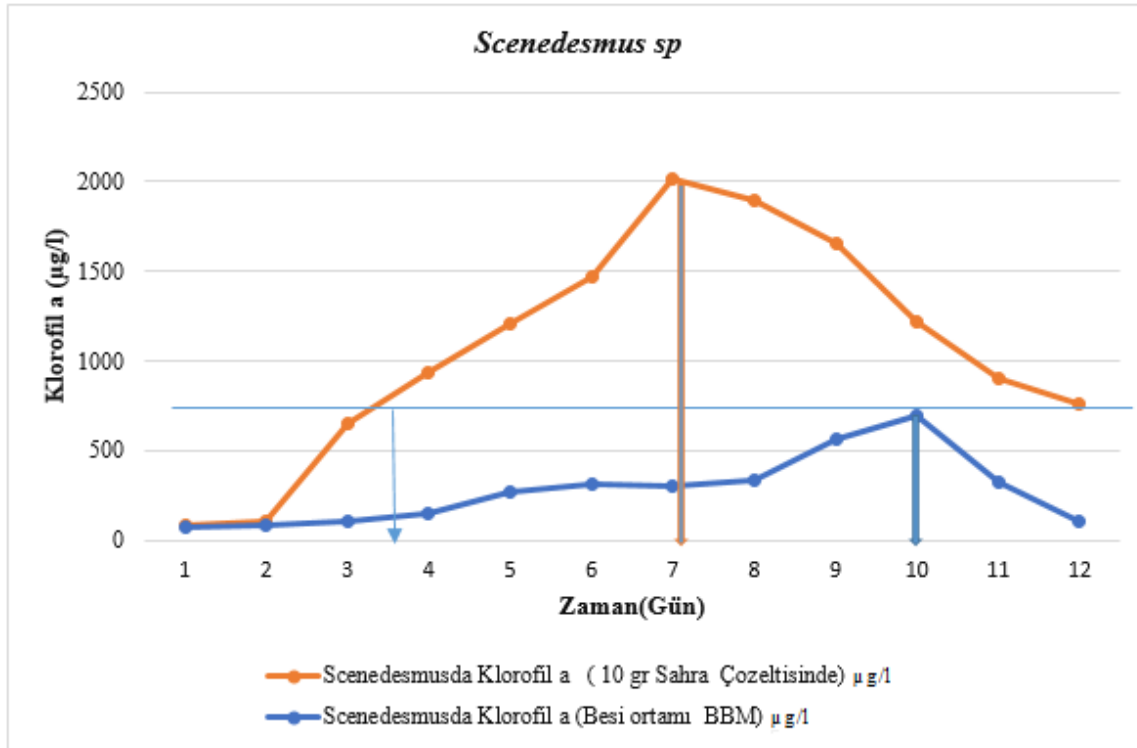
Şekil 4.22de izleneceği üzere *Arthrospira platensis* Sahra çözeltisi ile ideal besi yerinde 7 günde ulaşılan deneylerin 3 tekrar ortalama klorofil a seviyesine Sahra çözeltisi ile 4 günde ulaşılmıştır. Aynı şekilde ideal besi ortamı ile 7 günde ulaşılan en yüksek ortalama klorofil a seviyesine, Sahra çözeltisinde 5. günde ve besi ortamına göreceli olarak ta %42 artış ile ulaşılmıştır.



Şekil 4.23. *Chlorella vulgaris*'in Sahra çözeltisi ile ideal besi yerinde 12 günlük ortalama klorofil a değişimi

Benzer şekilde *Chlorella vulgaris* türü alg Sahra çözültisi ile ideal besi yerinde 12 günde ulaşılan klorofil a seviyesine, Sahra çözültisi ile 7. günde ulaşılmıştır. Aynı şekilde ideal besi ortamı ile 12 günde ulaşılan en yüksek klorofil a seviyesine Sahra çözültisi ile 10 günde ve BBM besi ortamına göreceli olarak ta % 60 artış ile ulaşılmıştır.

*Scenedesmus sp'* in Sahra çözültisi ile ideal besi yerinde 10 günde ulaşılan deneylerin 3 tekrarın ortalama klorofil a seviyesine, Sahra çözültisi ile 4 günde ulaşılmıştır. Aynı şekilde ideal besi ortamı ile 10 günde ulaşılan en yüksek ortalama klorofil a seviyesi Sahra çözültisinde 7. günde ve BBM besi ortamına göreceli olarak ta %85 artış ile ulaşılmıştır.



**Şekil 4.24.** *Scenedesmus sp'* in Sahra çözültisi ve ideal besi yerinde 12 günlük ortalama klorofil a değişimi

Bu sonuçlar Sahra çözültisinin 10g/l ölçek ile kullanılması durumunda yukarıda bahsi geçen üç tür alg örneği için ideal büyümenin gerçekleştiği varsayılan kimyasal çözültilere göre en az %40 daha fazla ortalama klorofil a seviyesine artış sağladığı görülmektedir. Belki bundan daha da önemli sonuç olarak Sahra çözültisi kullanıldığında ulaşılan ortalama klorofil a seviyelerinin 2 gün önce sağlanabildiği gösterilmiştir. Sahra çözültisi kullanıldığında bu üç tür alg özelinde daha kısa zamanda ideal çözültiye göreceli olarak daha fazla verim sağlanmıştır.

#### 4.6. Alg gelişimine sülfat ve fosfatın etkisi

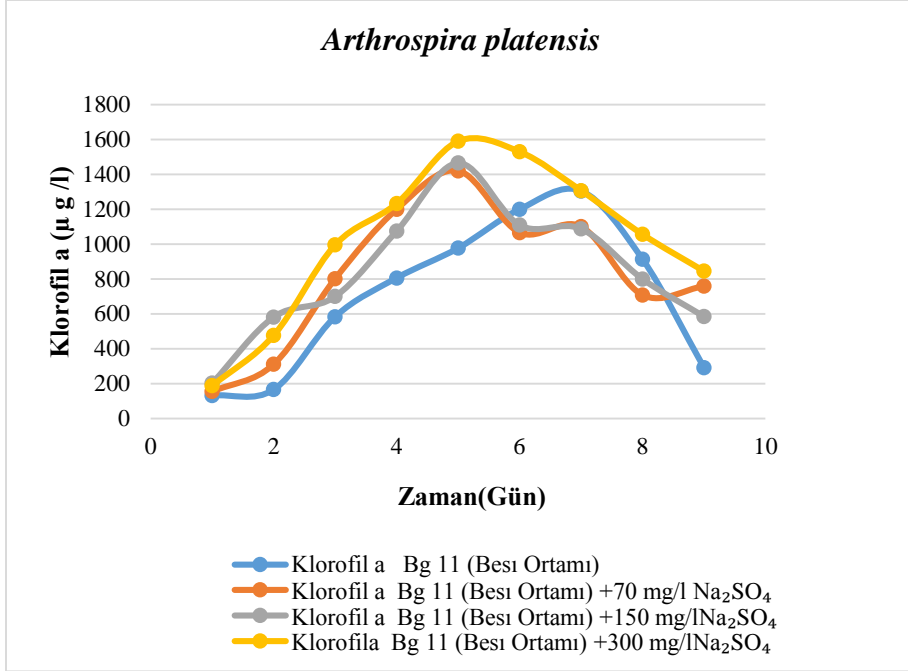
Alglerin hangi oranda Sahra tozu içeren çözeltide daha iyi geliştiğinin saptanmasından sonra alg gelişimi üzerine etki eden diğer faktörlerin incelenmesine geçilmiştir. Burada öne çıkan öge Sahra tozunun bulut içinde güneş enerjisi ile giderek artan oranlarda sülfat üretiyor olması nedeni ile ortama sülfatın etkisini ve ayrıca Sahra tozlarının küresel anlamdaki alg ve yeşil gelişimine içerdiği fosfat etki ediyor kanısı ile de fosfatın etkisini incelemek üzere deneyler kurgulanmıştır.

##### 4.6.1. Sülfat ve fosfatın *Arthrospira platensis* üzerindeki etkileri

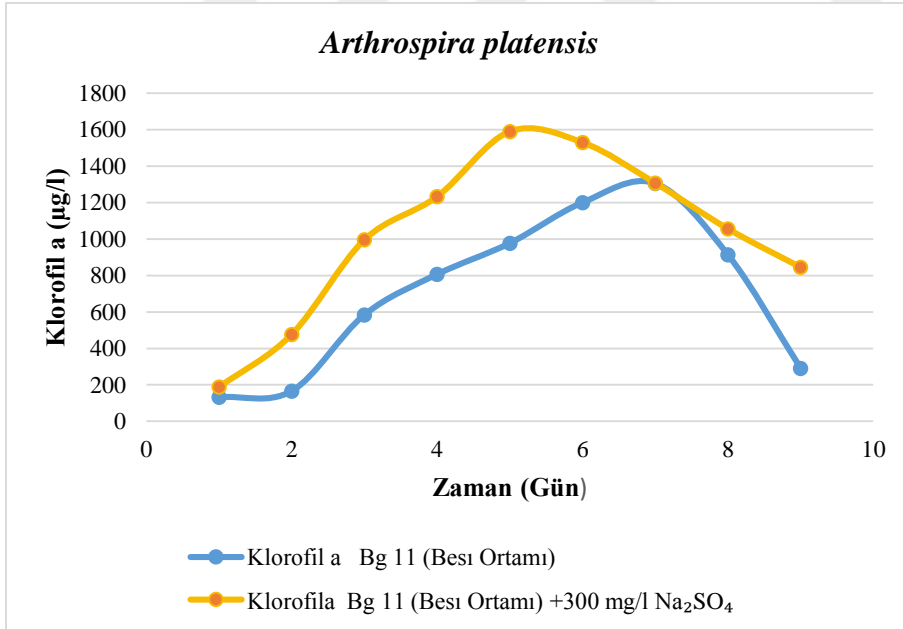
4.6.1.1 Fosfattan arındırılmış BG11 besin tuzu ve bu çözeltiye ilave edilen sülfatın *Arthrospira platensis* gelişimine etkileri

Deneyin kuruluşu sürecinde BG11 besin tuzu için gerekli olan kimyasallardan fosfat içeren kimyasal yerine aynı kimyasalın sülfat tuzu kullanılmıştır. Bu şekilde sülfatça zenginleştirilen veya fosfattan arındırılan BG11 ortamı ve bu çözeltiye 70, 150 ve 300 mg/l olarak ilave edilen  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ile dört ayrı konsantrasyonda sülfat tuzu içeren ortam hazırlanmıştır.

Bu ortamlara ilave edilen *Arthrospira platensis* 'in ortalama klorofil a değişimi 9 gün süre ile takip edilmiştir. Toplu sonuçlar Şekil 4.25 de gösterilmiştir. Buna göre en iyi ortalama klorofil a gelişimi sülfatça zenginleştirilmiş besi yerine 300 mg/l daha ilave edilen çözeltide izlenmiştir. Bu farkın daha iyi görülebilmesi amacı ile de Şekil 4.26'da sülfatça zengin besi yeri ve bu çözeltiye 300 (mg/l) olarak ilave yapılan ortamlarda izlenen gelişme gösterilmiştir. Sülfat ilavesi ortalama klorofil a değerine 2 gün önce ve %22 artış ile ulaşılmasına neden olmuştur.



**Şekil 4.25.** BG11 ortamında değişik Sülfat artışında *Arthrospira platensis*'de ki ortalama klorofil a değişimi (µg/l)



**Şekil 4.26.** BG11 ortamında ve BG11 ortamına 300 (mg/l) Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edilen halde *Arthrospira platensis*'de ortalama klorofil a değişimi (µg/l)

Maksimum klorofil a BG11 ortamına değişik sülfat eklendiğinde, *Arthrospira platensis* 'in BG11 çözeltilisine 300 (mg/l) Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> eklendiğinde görünmüştür ve İstatistiksel Multiple Range Testin sonuçlarına göre bu değer net bir şekilde kanıtlanmıştır (P değeri =0), (Tablo 4,9).

Zaman açısından maksimum klorofil a, tüm BG11 çözeltilisine Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> eklendiğinde öne çekilmiştir (Tablo 4,10).

**Tablo 4.9.** *Arthrospira platensis* 'de BG1 ortamına Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edilen halde maksimum klorofil a ve zaman arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları

Faktör (maksimum klorofil a (µg/l) değişik ortamlarda )	Ortalama (Gün)	Deney tekrarı	Homojen Gruplar	P değeri
Klorofil a BG11 + 300 mg/l Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5,0	3	X	0.00
Klorofil a BG11 + 150 mg/l Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5,0	3	X	
Klorofil a BG11 +70 mg/l Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5,0	3	X	
Klorofil a BG11	6,33	3	X	

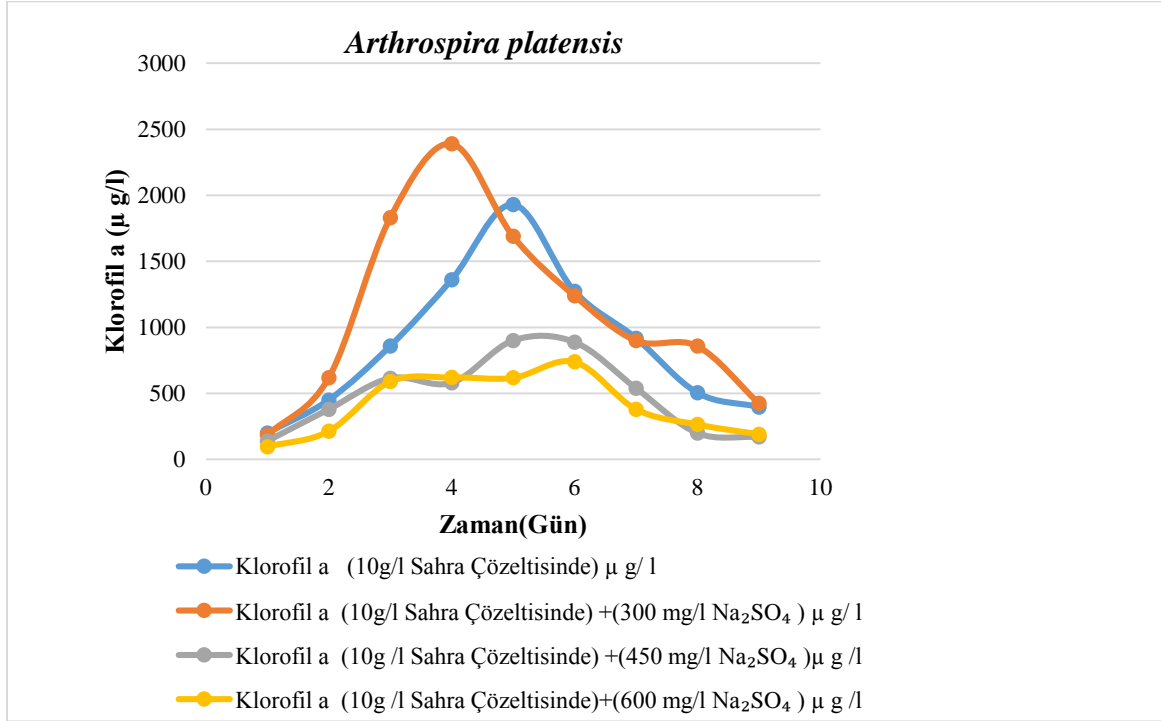
**Tablo 4.10.** *Arthrospira platensis* 'de BG11 ortamına Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edilen halde maksimum klorofil a ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları

Faktör (maksimum klorofil a (µg/l) değişik ortamlarda )	Ortalama (maksimum klorofil a (µg/l))	Deney tekrarı	Homojen Gruplar	P değeri
Klorofil a BG11	1253,0	3	X	0.00
Klorofil a BG11 + 70 mg/l Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1425,0	3	X	
Klorofil a BG11 +150 mg/l Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1435,67	3	X	
Klorofil a BG11 + 300 mg/l Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1578,0	3	X	

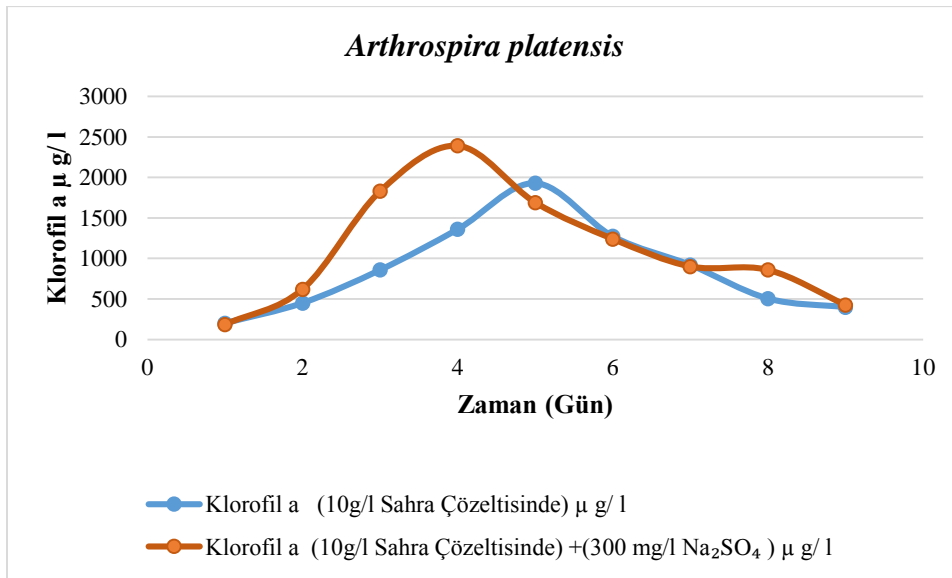
4.6.1.2. Sahra çözeltilisi ve bu çözeltiye ilave edilen sülfatın *Arthrospira platensis* gelişimine etkileri

Deneyin ikinci aşmasında bu sefer 10g/l Sahra çözeltilisine 3 farklı miktarda sülfat tuzu (300, 450, 600 (mg/l) Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ilave edilmiş ve *Arthrospira platensis* 'in ortalama klorofil a değişimi 9 gün süre ile izlenmiştir. Şekil 27'de gösterilen toplu sonuçlardan da anlaşılacağı gibi daha önce 10 g/l çözeltilisinde en iyi gelişmeyi gösteren bu alg türü 300 mg/l Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> eklendiğinde hem daha

yüksek klorofil a konsantrasyonuna ulaşmış ve bunu da Sahra çözeltisine göre ortalama klorofil a bir gün önceden başarmıştır (Şekil 4.28).



Şekil 4.27. Sahra çözeltisine ilave edilen sülfatın *Arthrospira platensis* 'in ortalama klorofil a değişimine etkisi



**Şekil 4.28.** 10g/l içeren Sahra çözeltisi ve bu çözeltiliye 300 mg/l olarak ilave edilen sülfat çözeltisinde *Arthrospira platensis* 'in ortalama klorofil a değişimi

Maksimum klorofil a değeri değişik sülfatlı Sahra çözeltilerinde, 300 mg/l Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltide büyük fark elde edilmiştir ve bu değer başka ortamlara göre bir günden fazla öne çekmiştir. Maksimum klorofil a miktarı ve uğradığı gün arasında Multiple Range Testin sonuçları anlamlı şekilde (P değeri =0) göstermiştir (Tablo 4.11, Tablo 4.12).

**Tablo 4.11.** *Arthrospira platensis*de Sahra çözeltisine Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edilen halde maksimum klorofil a ve zaman arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları

Faktör (maksimum klorofil a (µg/l) değişik ortamlarda )	Ortalama (Gün)	Deney tekrarı	Homojen Gruplar	P değeri
Klorofil a 10gr/l Sahra	4,0	3	X	0.00
Klorofil a 10gr/l Sahra +300 mg/l Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4,0	3	X	
Klorofil a 10gr/l Sahra +450 mg/l Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5,66	3	X	
Klorofil a 10gr/l Sahra+ 600 mg/l Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5,66	3	X	

**Tablo 4.12.** *Arthrospira platensis*de Sahra çözeltisine Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edilen halde maksimum klorofil a ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları

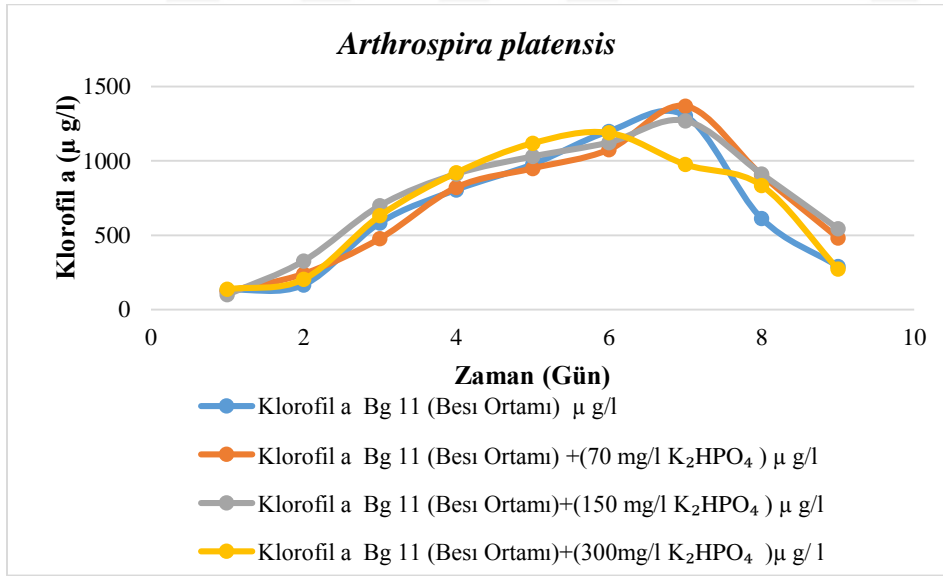
Faktör (maksimum klorofil a (µg/l) değişik ortamlarda )	Ortalama (maksimum klorofil a (µg/l )	Deney tekrarı	Homojen Gruplar	P değeri
Klorofil a 10gr/l Sahra +600 mg/l Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	778,0	3	X	0.00
Klorofil a 10gr/l Sahra +450 mg/l Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	960,0	3	X	
Klorofil a 10gr/l Sahra	1929,0	3	X	
Klorofil a 10gr/l Sahra +300 mg/l Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	250,6	3	X	



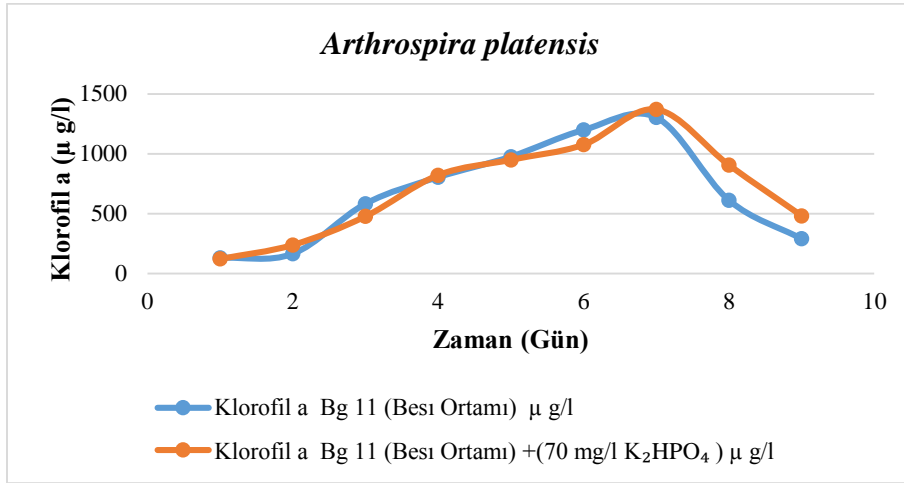
#### 4.6.2. Fosfatın *Arthrospira platensis*'de üzerindeki etkileri

##### 4.6.2.1 Sülfattan arındırılmış BG11 besin tuzu ve bu çözeltiliye ilave edilen fosfatın *Arthrospira platensis* gelişimine etkileri

Deneyin kuruluşu sürecinde fosfatın etkisinin incelenmesi amaçlandığından, BG11 besin tuzu için gerekli olan kimyasallardan sülfat içeren kimyasal yerine aynı kimyasalın fosfat tuzu kullanılmıştır. Bu şekilde fosfatça zenginleştirilen veya sülfattan arındırılan BG11 ortamı ve bu çözeltiliye 70, 150 ve 300 mg/l olarak ilave edilen  $K_2HPO_4$  ile fosfat konsantrasyonları ilaveten arttırılmış olan, toplam olarak dört ayrı konsantrasyonda fosfat tuzu içeren çözeltiler hazırlanmıştır. Bu çözeltilerde *Arthrospira platensis*'in klorofil a ortalaması değişimi 9 gün süre ile izlenmiş elde edilen toplu sonuçlar Şekil 4.29 'te verilmiştir. Şekilden de izleneceği gibi değişik fosfat çözeltilerinde *Arthrospira platensis*'in gelişmesinde herhangi bir fark izlenmemiştir. Fosfatça zengin BG11 besi yeri ve en iyi gelişme gösteren fosfat gelişimine Şekil 30'te gösterildiği gibi birlikte bakıldığında 9 günlük gelişme sürecinde herhangi bir fark izlenmemiştir.



Şekil 4.29. BG11 çözeltilisine ilave edilen fosfatın *Arthrospira platensis*'in ortalama klorofil a değişimine etkisi



**Şekil 4.30.** BG11 çözeltilisine ilave edilen 70mg/l fosfatın *Arthrospira platensis*'in ortalama klorofil a değişimine etkisi

Tablo 4.13'da gösterilen istatistik açıdan inceleme sonuçları BG11 ortamına 70 ve 150 (mg/l) fosfat tozu eklendiği, maksimum klorofil a değerine daha geç zamanda sonuç göstermiştir ve sadece BG11 ortamına 70 (mg/l) fosfat kullanılan çözeltilerde maksimum klorofil a değerinde farklılaşma göstermektedir (Tablo 4.14).

**Tablo 4.13** *Arthrospira platensis*'de BG11 ortamına K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> ilave edilen halde maksimum klorofil a ve zaman arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları

Faktör (maksimum klorofil a (µg/l) değişik ortamlarda )	Ortalama (Gün)	Deney tekrarı	Homojen Gruplar	P değeri
Klorofil a BG11 + 300 mg/l K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	5,66	3	X	0.01
Klorofil a BG11	6,33	3	XX	
Klorofil a BG11 +70 mg/l K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	7,0	3	X	
Klorofil a BG11 +150 mg/l K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	7,0	3	X	

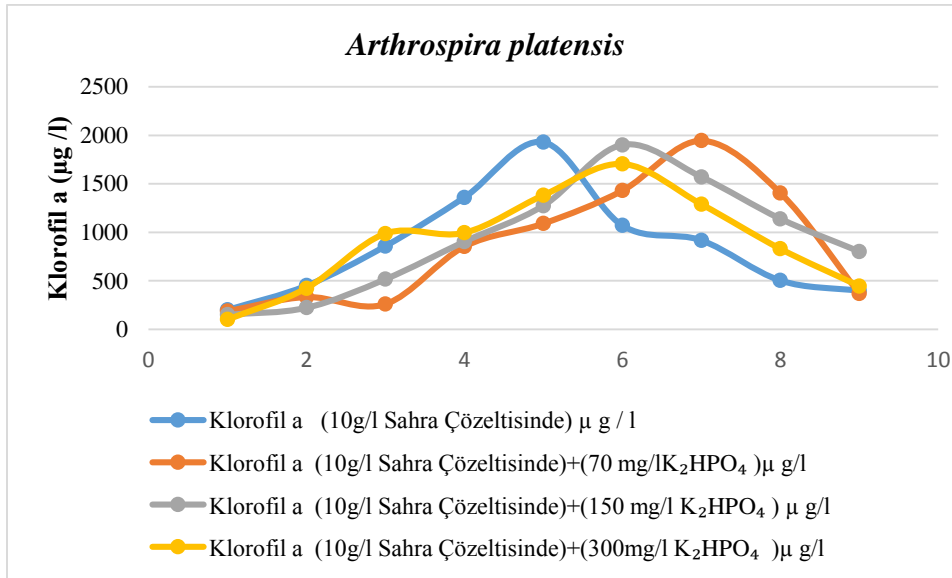
**Tablo 4.14.** *Arthrospira platensis*de BG11 ortamına K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> ilave edilen halde maksimum klorofil a ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları

Faktör (maksimum klorofil a (µg/l) değişik ortamlarda )	Ortalama (maksimum klorofil a (µg/l)	Deney tekrarı	Homojen Gruplar	P değeri
Klorofil a BG11 + 300 mg/l K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	1165,33	3	X	0.00
Klorofil a BG11	1253,0	3	X	
Klorofil a+150 mg/l K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	1270,0	3	X	
Klorofil a BG11 + 70 mg/l K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	1360,0	3	X	

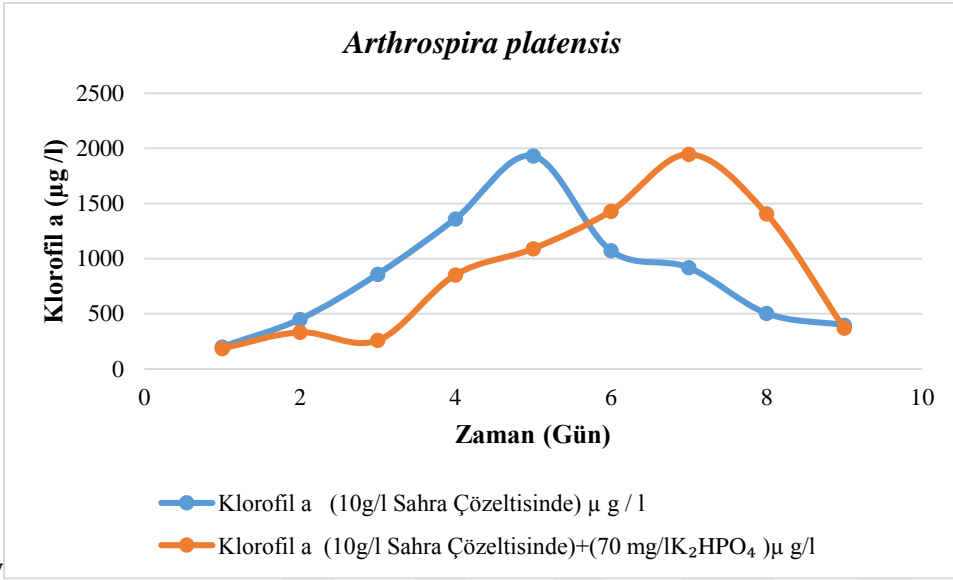
4.6.2.2 Sahra çözeltisi bu çözeltiliye ilave edilen fosfatın *Arthrospira platensis* gelişimine etkileri

Fosfat etkisinin değerlendirildiği deneylerin bu aşamasında bu sefer 10g/l Sahra çözeltisine 3 farklı miktarda fosfat tuzu 70, 150, 300 mg/l K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> ilave edilmiş ve *Arthrospira platensis*'in ortalama klorofil a değişimi 9 gün süre ile izlenmiştir. Toplu sonuçlar Şekil 4.31'de verilmiştir. İzlenen gelişme eğrileri Sahra çözeltisine fosfat katkısının izlenen ortalama klorofil a seviyelerinin daha geç oluşmasına veya bir başka ifade ile klorofil a aktivitesini olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır.

İlave fosfat etkisinin en fazla etki gösterdiği 70 mg/l fosfat katkısı ve Sahra çözeltisinin karşılaştırıldığı Şekil 4.32 fosfat etkisinin klorofil a ortalaması aynı seviyelerde kalmasını ancak iki gün gecikmesine neden olmuştur.



**Şekil 4.31.** Sahra çözeltisine ilave edilen 70,150 ve 300 mg/l fosfatın *Arthrospira platensis*'in ortalama klorofil a değişimine etkisi



**Şekil 4.32.** Sahra çözeltisine ilave edilen 70 mg/l fosfatın *Arthrospira platensis*'in ortalama klorofil a değişimine etkisi

ANOVA ve Multiple Range Testin sonuçları tüm değişik miktarda fosfat tozunun Sahra çözeltisine eklendiği deneylerde, maksimum klorofil a değeri hem geç zaman maksimum değeri göstermiş ve hem 10 gr/l Sahra çözeltisinden az maksimum klorofil a miktarı elde edilmiştir (Tablo 4.15), (Tablo 4.16).

**Tablo 4.15** *Arthrospira platensis*de Sahra çözeltisine K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> ilave edilen halde maksimum klorofil a ve zaman arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları

Faktör (maksimum klorofil a (µg/l) değişik ortamlarda )	Ortalama (Gün)	Deney tekrarı	Homojen Gruplar	P değeri
Klorofil a 10gr/l Sahra	4,33	3	X	0.00
Klorofil a 10gr/l Sahra+150 m mg/l K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	6,0	3	X	
Klorofil a 10gr/l Sahra+300 mg/l K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	6,25	3	X	
Klorofil a 10gr/l Sahra+70 mg/l K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	7,0	3	X	

**Tablo 4.16** *Arthrospira platensis*de Sahra çözeltilisine K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> ilave edilen halde maksimum klorofil a ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları

Faktör (maksimum klorofil a (µg/l) değişik ortamlarda )	Ortalama (maksimum klorofil a (µg/l)	Deney tekrarı	Homojen Gruplar	P değeri
Klorofil a 10gr/l Sahra+300 mg/l K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	1743,0	3	X	0,50
Klorofil a 10gr/l Sahra+70 mg/l K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	1813,67	3	X	
Klorofil a 10gr/l Sahra+150 m mg/l K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	1816,5	3	X	
Klorofil a 10gr/l Sahra	1929,0	3	X	

4.6.2.3 *Arthrospira platensis* algin değişik katkılara davranışları hakkında genel değerlendirme  
Elde edilen sonuçlara toplu olarak bakıldığında Tablo 4.17 de *Arthrospira platensis* 'in gelişiminde kullanılan ideal besin yeri ile 7 gün sonunda 1300 µg/l ortalama klorofil a değerine ulaşılmıştır. İdeal besi ortamına sülfat ilavesi ile ortalama klorofil a miktarı %33 artmış ve bu seviyeye ideal besi ortamına göre 2 gün önce ulaşılmıştır.

*Arthrospira platensis* türü alg çözeltilisi BG11 yerine Sahra çözeltilisi kullanılarak üretildiğinde ortalama klorofil a ve maksimum seviyesi ideal besin ortamına göre 2000 µg/l seviyesine ulaşarak 66 artmıştır. İdeal besi ortamında 5 günde ulaşılan bu seviye Sahra çözeltilisine sülfat ilavesi ile 2500 µg/l ile 4 günde ulaşılmıştır.

BG11 ideal besin çözeltilisine fosfat ilavesi ortalama klorofil a seviyesini sadece %16 olarak arttırmıştır. Sahra çözeltilisine fosfat ilavesi klorofil a seviyesinde herhangi bir değişikliğe neden olmamıştır. Fosfat ilavesi ile elde edilen gelişme sadece BG11 ile sağlanan seviyede olmuştur. Sahra çözeltilisi ile 5 günde sağlanan ortalama klorofil a seviyesi fosfat ilavesi sonunda tekrar 7 günde ulaşılmıştır. Bir başka yaklaşım ile Sahra ortamına fosfat ilave edilmesi gelişim sürecine olumsuz etki yapmıştır.

Dolayısı ile *Arthrospira platensis* en iyi gelişmeyi ideal besin çözeltilisine göreceli olarak daha iyi sonuç vermiş olan Sahra çözeltilisine sülfat ilavesi sonunda klorofil a seviyesinin daha da yükselmesi ve bu seviyeye daha kısa bir zaman sürecinde ulaşılması ile göstermiştir.

**Tablo 4.17.** *Arthrospira platensis*'in gelişiminde kullanılan değişik besin yerlerinde ölçülen ortalama ve maksimum klorofil a seviyeleri ve bu seviyeye kaçınıcı günde ulaşıldığını gösteren tablo

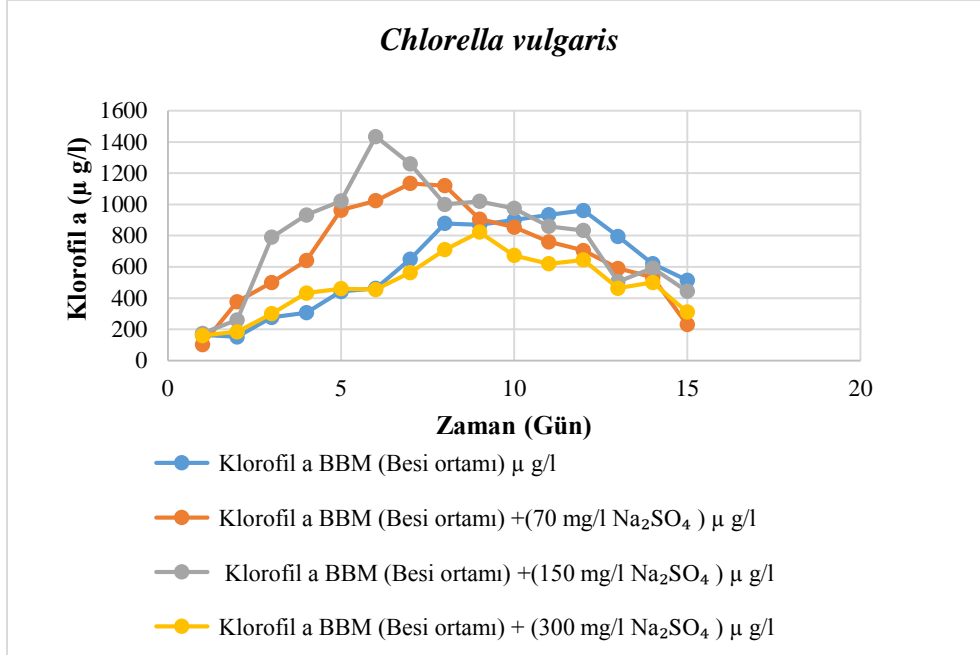
<i>Arthrospira platensis</i> /İlave	BG11	BG11+SO <sub>4</sub>	BG11+PO <sub>4</sub>	Sahra	Sahra +SO <sub>4</sub>	Sahra +PO <sub>4</sub>
Zaman(gün)/ Ortalama	7	5	7	5	4	7
Ortalama klorofil a (µg/l)	1300	1600	1950	1900	2500	1950
Zaman(gün)/ Maksimum	6	5	5	4	4	6
Maksimum klorofil a (µg/l)	1253	1578	1360	1929	2506	1816

#### 4.6.3. Sülfatın ve fosfatın *Chlorella vulgaris* üzerindeki etkileri

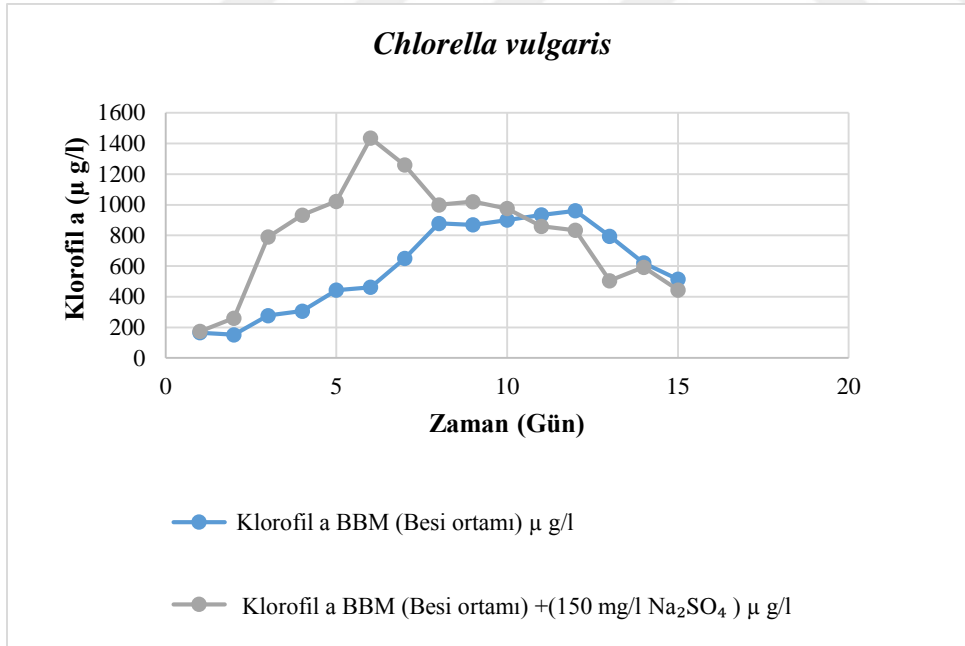
Klorofil a sentezleme kapasitesi yüksek olan alglerden *Chlorella vulgaris*in çeşitli ortamlarda davranışlarını incelemek için aşağıdaki deneyler yapılmıştır.

4.6.3.1 Fosfattan arındırılmış BBM besin tuzu ve bu çözeltiye ilave edilen sülfatın *Chlorella vulgaris* gelişimine etkileri

*Arthrospira platensis*'de yapılan deneylerin benzeri bu sefer *Chlorella vulgaris* ile tekrarlanmıştır. Deneyin kuruluşu sürecinde BBM besin tuzu için gerekli olan kimyasallardan fosfat içeren kimyasal yerine aynı kimyasalın sülfat tuzu kullanılmıştır. Bu şekilde sülfatça zenginleştirilen veya fosfattan arındırılan BBM ortamı ve bu çözeltiye 70, 150 ve 300 mg/l olarak ilave edilen Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile dört ayrı konsantrasyonda sülfat tuzu içeren ortam hazırlanmıştır. Bu ortamlara ilave edilen *Chlorella vulgaris*'in klorofil a değişimi 15 gün süre ile takip edilmiştir. Toplu sonuçlar Şekil 4.33'ta gösterilmiştir. Buna göre en iyi ortalama ve maksimum klorofil a gelişimi sülfatça zenginleştirilmiş besi yerine 150 mg/l daha ilave edilen çözeltilde izlenmiştir. Bu farkın daha iyi görülebilmesi amacı ile de Şekil 4.34'de sülfatça zengin besi yeri ve bu çözeltiye 150 mg/l olarak ilave yapılan ortamlarda izlenen gelişme gösterilmiştir. Sülfat ilavesi BBM besi yeri kullanılarak ulaşılan klorofil a ortalaması değerine 6 gün önce ve %50 artış ile ulaşılmasına neden olmuştur.



**Şekil 4.33.** BBM çözeltisine ilave edilen 70, 150 ve 300 mg/l sülfatın *Chlorella vulgaris*'in ortalama klorofil a değişimine etkisi



**Şekil 4.34.** BBM çözeltisine ilave edilen 150 mg/l sülfatın *Chlorella vulgaris*'in ortalama klorofil a değişimine etkisi

İstatistiksel Multiple Range Testin sonuçları *Chlorella vulgaris* için BBM ortamına ilave edilen 150 mg/l sülfatın çözeltilisinden en yüksek maksimum klorofil a üretmesini ve klorofil a maksimum miktarı BBM besi ortamında 11 günde en üst seviyeye ulaşırken, BBM artı 150 mg/l sülfat ortamında yetişen *Chlorella vulgaris* ' 4 günde en üst seviyeye çıkmasını anlamlı şekilde göstermektedir(Tablo 4,18), (Tablo 4,19).

**Tablo 4.18.** *Chlorella vulgaris* 'de BBM ortamına Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edilen halde maksimum klorofil a ve zaman arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları

Faktör (maksimum klorofil a (µg/l) değişik ortamlarda )	Ortalama (Gün)	Deney tekrarı	Homojen Gruplar	P değeri
Klorofil a BBM+150 mg/l Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	6,33	3	X	0.00
Klorofil a BBM+ 70 mg/l Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	7,33	3	X	
Klorofil a BBM+300 mg/l Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	9,33	3	X	
Klorofil a BBM	11,0	3	X	

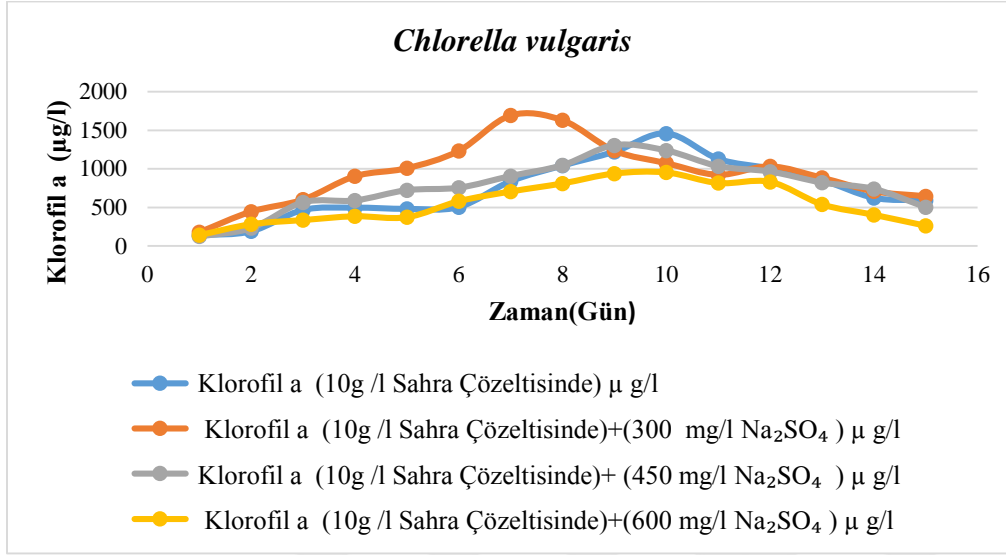
**Tablo 4.19.** *Chlorella vulgaris* 'de BBM ortamına Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edilen halde maksimum klorofil a ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları

Faktör (maksimum klorofil a (µg/l) değişik ortamlarda )	Ortalama (maksimum klorofil a (µg/l)	Deney tekrarı	Homojen Gruplar	P değeri
Klorofil a BBM+300 mg/l Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	804,333	3	X	0.00
Klorofil a BBM	993,333	3	XX	
Klorofil a BBM+ 70 mg/l Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1146,0	3	X	
Klorofil a BBM+150 mg/l Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1409,0	3	X	

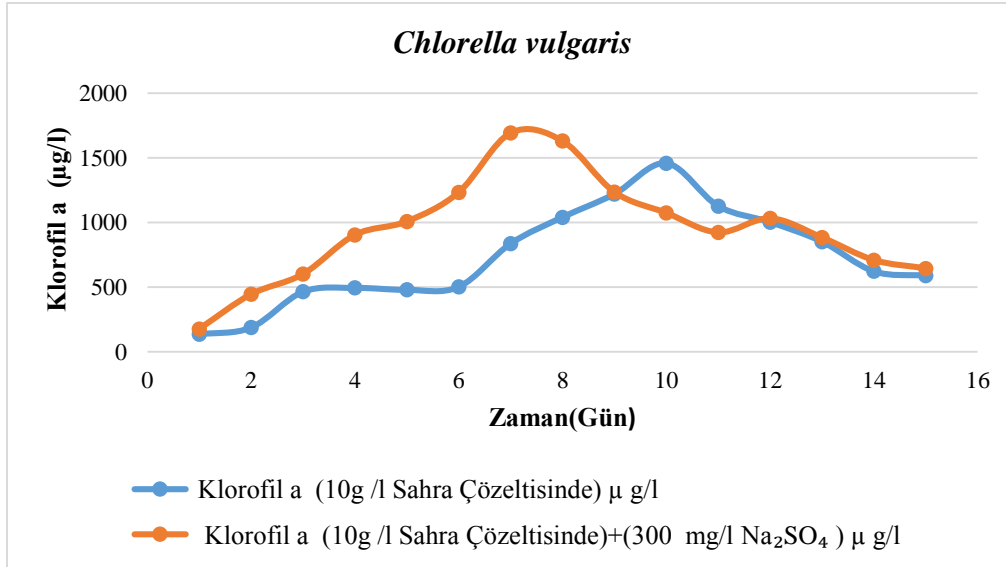
4.6.3.2. Sahra çözeltilisi ve bu çözeltiye ilave edilen sülfatın *Chlorella vulgaris* gelişimine etkileri Aynı deney süreci bu sefer Sahra çözeltilisinde büyüyen *Chlorella vulgaris* için tekrarlanmış sülfat artışı için, 10g/l Sahra toprağı içeren çözeltiye 3 farklı miktarda sülfat tuzu 300, 450, 600 mg/l Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> olarak eklenmiştir. Şekil 4.35'te verilen toplu sonuçlardan anlaşılacağı üzere Sahra çözeltilisine sülfat ilavesinin en etkili olarak 300 mg/l Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltide görülmüştür. Sahra çözeltilisi ve 300 mg/l ilaveli Sahra çözeltilisinde izlenen artış ise Şekil 4.36'te verilmiştir.



Şekil 4.36'ten de görüleceği üzere, Sahra çözeltilisi ile 10 günde ulaşılan ortalama klorofil a seviyesine sülfat ilavesi ile 7 günde ulaşılmış ve ortalama klorofil a seviyesi %16 artmıştır.



Şekil 4.35. Sahra çözeltilisine ilave edilen 300, 450 ve 600 mg/l sülfatın *Chlorella vulgaris*'in ortalama klorofil a değişimine etkisi



Şekil 4.36. Sahra çözeltilisine ilave edilen 300 mg/l sülfatın *Chlorella vulgaris*'in ortalama klorofil a değişimine etkisi

Maksimum klorofil a istatistiksel sonuçlarına göre (10g/l)Sahra çözeltilinde 300 mg/l Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilavesinin en etkili olarak anlamlı şekilde gösterilmiştir ve *Chlorella vulgaris* türünün içerdiği maksimum klorofil a miktarı sadece (10g/l) Sahra çözeltilinde 9 günde maksimum seviyeye ulaşırken, (10g/l)Sahra çözeltilinde ilave edilen 300 mg/l Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 'de bu gelişim 7günde maksimum seviyeye çıkmıştır (Tablo 4,20), (Tablo 4,21).

**Tablo 4.20.** *Chlorella vulgaris* 'de Sahra çözeltilinde Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edilen halde maksimum klorofil a ve zaman arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları

Faktör (maksimum klorofil a (µg/l) değişik ortamlarda )	Ortalama (Gün)	Deney tekrarı	Homojen Gruplar	P değeri
Klorofil a 10gr/l Sahra+ 300 mg/l Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	7,33	3	X	0.00
Klorofil a 10gr/l Sahra+ 450 mg/l Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	9,33	3	X	
Klorofil a 10gr/l Sahra	9,66	3	XX	
Klorofil a 10gr/l Sahra+ 600 mg/l Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10,66	3	X	

**Tablo 4.21.** *Chlorella vulgaris* 'de Sahra çözeltilinde Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edilen halde maksimum klorofil a ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları

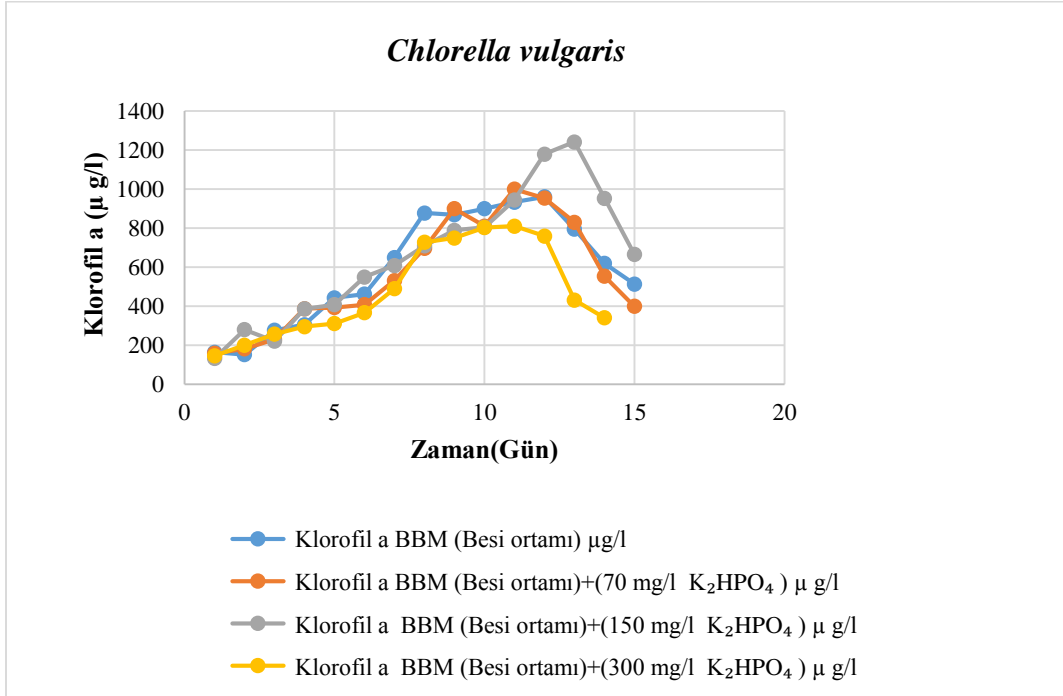
Faktör (maksimum klorofil a (µg/l) değişik ortamlarda )	Ortalama (maksimum klorofil a (µg/l)	Deney tekrarı	Homojen Gruplar	P değeri
Klorofil a 10gr/l Sahra +600 mg/l Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	930,0	3	X	0.00
Klorofil a 10gr/l Sahra +450 mg/l Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1298,0	3	X	
Klorofil a 10 gr /l Sahra	1404,0	3	X	

Klorofil a 10gr/l Sahra +300 mg/l Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1696,0	3	X	
--	--------	---	---	--

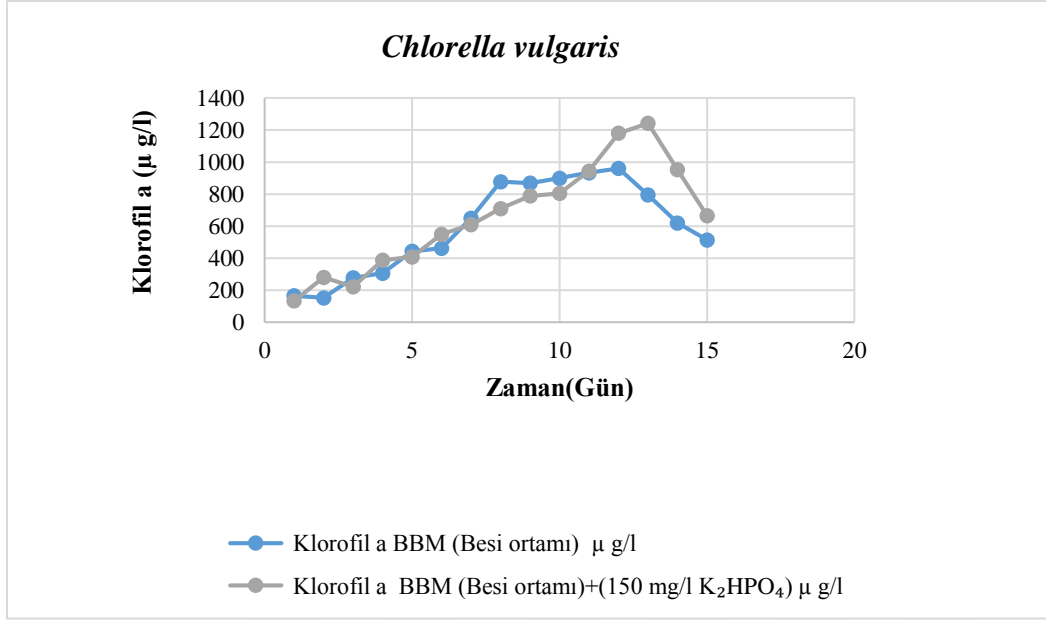
#### 4.6.4. Fosfatın *Chlorella vulgaris* üzerine etkisi

**4.6.4.1** Sülfattan arındırılmış BBM besin tuzu ve bu çözeltiliye ilave edilen fosfatın *Chlorella vulgaris* gelişimine etkileri

*Chlorella vulgaris*' in klorofil a gelişimi üzerinde fosfatın etkisini incelenmek için 3 grupta ve 3 değişik miktarda fosfat tuzu (70, 150, 300 (mg/l) K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>) ve ayrıca sülfat tuzları yerine fosfat tuzları ile hazırlanmış olan BBM ortamına eklendi. Elde edilen dört değişik çözeltide *C.vulgaris* in ortalama klorofil a değişimi 15 gün süre ile izlendi ve elde edilen sonuçlar toplu halde Şekil 4.37'da gösterildi. *Chlorella vulgaris*'in değişik fosfat katkılarına karşı davranışı ideal besi ortamına göreceli olarak farklılık göstermemiştir. Sadece 150 mg/l fosfat tuzu ilave edilen ortamda diğer ortamlara göre daha fazla gelişme sağlanmıştır. Şekil 4.38 de ise BBM ortamı ve bu ortama 150 mg/l fosfat ilavesi sonrası izlenen ortalama klorofil a gelişimi gösterilmektedir. Besi ortamına fosfat ilavesi bir gün gecikmeli olarak etkisini göstermiştir.



**Şekil 4.37.** Sülfattan arındırılmış BBM ortamında ve BBM ortamına 70, 150 ve 300 mg/l fosfat ilavesi sonrasında *Chlorella vulgaris* 'de izlenen ortalama klorofil a değişimi.



**Şekil 4.38.** Sülfattan arındırılmış BBM ortamında ve BBM ortamına 150 mg/l fosfat ilavesi sonrasında *Chlorella vulgaris* 'de de izlenen ortalama klorofil a değişimi.

İlave fosfat etkisini maksimum klorofil a değeri için kullanılan ANOVA ve Multiple Range Testi BBM ortamına eklenen 150mg/l fosfat de anlamlı farklılık göstermiştir. Zaman açısından maksimum klorofil a bariz bir farklılık göstermemiş ancak birazda erteleme etkisi görülmüştür (Tablo 4.22), (Tablo 4.23).

**Tablo 4.22.** *Chlorella vulgaris* 'de BBM ortamına K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> ilave edilen halde maksimum klorofil a ve zaman arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları

Faktör (maksimum klorofil a (µg/l) değişik ortamlarda )	Ortalama (Gün)	Deney tekrarı	Homojen Gruplar	P değeri
Klorofil a BBM	11,0	3	X	0,26
Klorofil a BBM+300 mg/l K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	11,0	3	X	
Klorofil a BBM+ 70 mg/l K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	11,33	3	X	

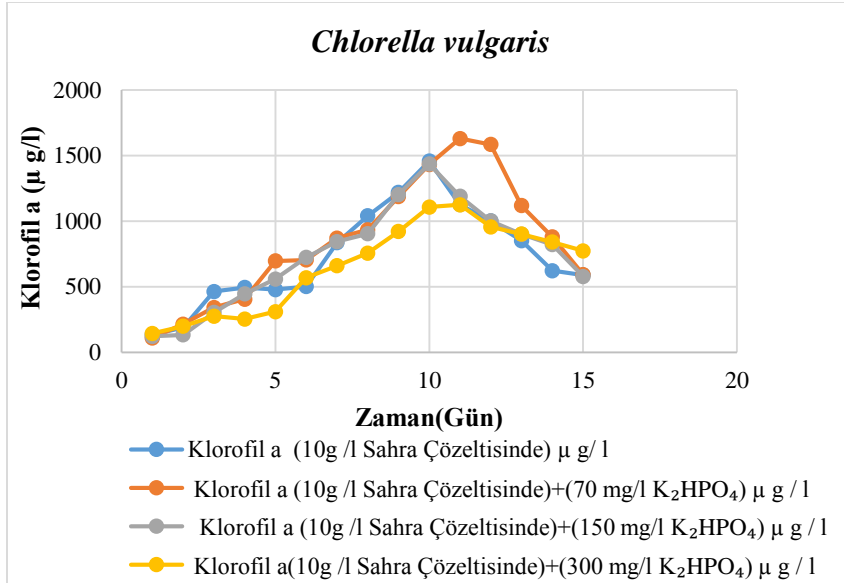
Klorofil a BBM+150 mg/l K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	12,66	3	X	
---	-------	---	---	--

**Tablo 4.23.** *Chlorella vulgaris*'de BBM ortamına K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> ilave edilen halde maksimum klorofil a ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları

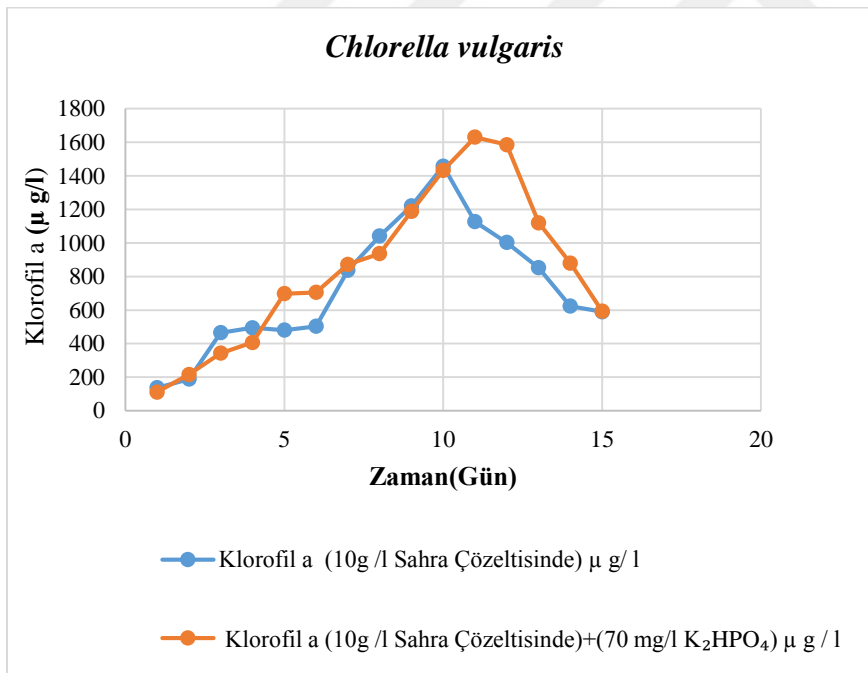
Faktör (maksimum klorofil a (µg/l) değişik ortamlarda )	Ortalama (maksimum klorofil a (µg/l))	Deney tekrarı	Homojen Gruplar	P değeri
Klorofil a BBM+300 mg/l K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	891,0	3	X	0,02
Klorofil a BBM	993,33	3	X	
Klorofil a BBM+ 70 mg/l K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	1008,0	3	X	
Klorofil a BBM+150 mg/l K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	1211,0	3	X	

4.6.4.2. Sahra çözeltisi ve bu çözeltiliye ilave edilen fosfatın *Chlorella vulgaris* gelişimine etkileri

Deneyin bu aşaması 10g/l içeren Sahra çözeltisinde gelişen *Chlorella vulgaris* üzerine fosfatın etkisini araştırmak için kurgulanmıştır. 10g/l Sahra çözeltisi ve bu çözeltiliye 70, 150, 300 mg/l, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> ilavesi ile elde edilen çözeltilerde *Chlorella vulgaris*' in davranışları incelendi. Elde edilen sonuçlar toplu halde Şekil 4.39'da, en iyi etki gösteren çözeltili ile Sahra çözeltisi beraberce Şekil 5.40'de verilmiştir. Şekil 4.39 dan da görüleceği gibi ortalama klorofil a değerlerinde kayda değer bir farklılık izlenmemiştir. Şekil 4.40'den de görüleceği üzere Sahra çözeltisine göre en iyi gelişme 70 mg/l içeren çözeltilde ancak bir gün gecikme ile elde edilmiştir.



Şekil 4.39. Sahra çözeltisine ilave edilen 70, 150 ve 300 mg/l fosfatın *Chlorella vulgaris*'in ortalama klorofil a değişimine etkisi



Şekil 4.40. Sahra çözeltisine ilave edilen 70 mg/l fosfatın *Chlorella vulgaris*'in ortalama klorofil a değişimine etkisi

Maksimum klorofil a değeri değişik fosfat eklendiğinde, Sahra çözeltisine 70 mg/l fosfatın ilave edilen çözeltide fark elde edilmiştir.

Zaman açısından başka ortamlara göre sadece 10gr/l Sahra çözeltisi daha erken maksimum klorofil a miktarına uğradığı ve Anova ve Multiple Range Testin sonuçları anlamlı bir şekilde (P değeri =0) belirlenmiştir (Tablo 4.24, Tablo 4.25).

**Tablo 4.24.** *Chlorella vulgaris* 'de Sahra çözeltisinde K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> ilave edilen halde maksimum klorofil a ve zaman arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları

Faktör (maksimum klorofil a (µg/l) değişik ortamlarda )	Ortalama (Gün)	Deney tekrarı	Homojen Gruplar	P değeri
Klorofil a 10gr/l Sahra	9,66	3	X	0,05
Klorofil a 10gr/l Sahra+300 mg/l K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	10,5	3	XX	
Klorofil a 10gr/l Sahra+150 m mg/l K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	10,5	3	XX	
Klorofil a 10gr/l Sahra+70 mg/l K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	11,33	3	X	

**Tablo 4.25.** *Chlorella vulgaris* 'de Sahra çözeltisinde K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> ilave edilen halde maksimum klorofil a ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları

Faktör (maksimum klorofil a (µg/l) değişik ortamlarda )	Ortalama (maksimum klorofil a (µg/l))	Deney tekrarı	Homojen Gruplar	P değeri
Klorofil a 10gr/l Sahra+300 mg/l K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	1108,75	3	X	0,00
Klorofil a 10gr/l Sahra+150 m mg/l K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	1359,5	3	X	
Klorofil a 10gr/l Sahra	1404,0	3	X	

Klorofil a 10gr/l Sahra+70 mg/l K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	1513,33	3	X	
--	---------	---	---	--

**Tablo 4.26.** *Chlorella vulgaris*'de gelişiminde kullanılan değişik besin yerlerinde ölçülen ortalama ve maksimum klorofil a seviyeleri ve bu seviyeye kaçınıcı günde ulaşıldığını gösteren tablo

C.vulgaris/Ortam	BBM	BBM+SO <sub>4</sub>	BBM+PO <sub>4</sub>	Sahra	Sahra+SO <sub>4</sub>	Sahra+PO <sub>4</sub>
Zaman(gün)/ Ortalama	12	6	13	10	7	11
Ortalama klorofil a (µg/l)	960	1435	1242	1460	1700	1630
Zaman(gün)/ Maksimum	11	6	12	9	7	11
Maksimum klorofil a (µg/l)	993	1409	1211	1040	1696	1513

*Chlorella vulgaris*'in gelişiminde kullanılan BBM ideal besin yeri ile 12 gün sonunda 960 µg/l ortalama klorofil a değerine ulaşılmıştır. İdeal besi ortamına 150 mg/l Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilavesi ile ortalama klorofil a miktarı %14 artmış ve bu seviyeye ideal besi ortamına göre 6 gün önce 1435 µ g/l ortalama klorofil a seviyesi olarak ulaşılmıştır.

*Chlorella vulgaris* çözeltilisinin kültüründe BBM besin tuzu yerine sadece Sahra çözeltilisi kullanıldığında ortalama klorofil a seviyesi ideal besin ortamına göre 1460 µ g/l seviyesine ulaşmıştır. İdeal besi ortamında 12 günde ulaşılan bu seviye Sahra çözeltilisine 300 mg/l sodyum sülfat ilavesi ile 1700 µg/l ile 7 günde ulaşılmıştır.

BBM ideal besin çözeltilisine 150 µg/l fosfat ilavesi *Chlorella vulgaris* türü alg gelişiminde ortalama klorofil a seviyesini sadece %12 olarak arttırmıştır. BBM besi çözeltilisine değişik seviyelerde fosfat ilavesi alg gelişimi üzerinde herhangi bir değişikliğe neden olmamıştır.

Sahra çözeltilisi ile 10 günde sağlanan ortalama klorofil a seviyesi 70 µg/l fosfat ilavesi sonunda 1600 µg/l seviyesine ulaşmış ancak bu seviyeye 12. günde ulaşılmıştır.



Bir başka yaklaşım ile Sahra ortamına fosfat ilave edilmesi gelişim sürecine etki etmemiş veya olumsuz etki yapmıştır.

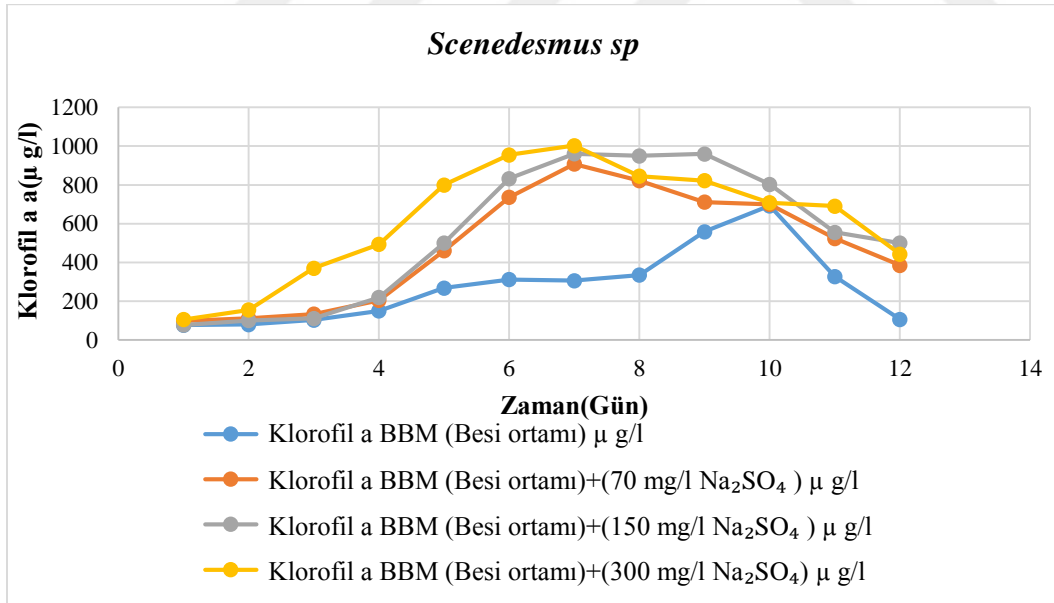
Dolayısı ile *Chlorella vulgaris* tür alg en iyi gelişmeyi Sahra çözeltisindeki sülfat seviyesinin artırılması ile göstermiştir.

#### 4.6.5. Sülfat ve fosfatın *Scenedesmus sp*'de klorofil a miktarlarındaki değişime etkileri

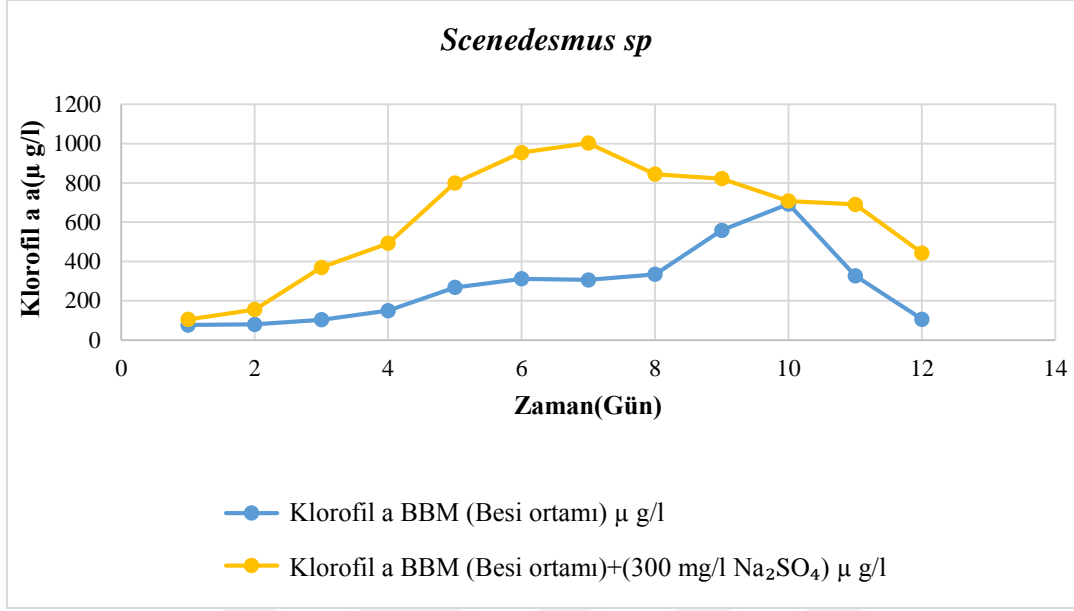
##### 4.6.5.1. BBM besi yerine ilave edilen sülfatın *Scenedesmus sp* klorofil a değişimine etkileri

Fosfat tuzlarından arındırılmış olan BBM besi ortamına ilave edilen çeşitli sülfat konsantrasyonlarının *Scenedesmus sp* gelişimine etkileri klorofil a seviyeleri ölçülerek incelenmiştir. Deneilerde kullanılan ilave sülfat miktarları 70, 150, 300 (mg/l)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (Şekil 4.41).

Elde edilen sonuçlar Şekil 5.44 de verilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi 300 (mg/l)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ilave edilen çözeltide en yüksek klorofil a seviyesine ulaşılmıştır ( Şekil 4.42).



Şekil 4.41. BBM ortamında değişik Sülfat artışında *Scenedesmus sp*'de ortalama klorofil a değişimi (µg/l)



**Şekil 4.42.** BBM ortamında ve BBM ortamına 300 (mg/l) Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edilen halde *Scenedesmus sp*'de ortalama klorofil a değişimi(µg/l)

Maksimum klorofil a *Scenedesmus sp* için BBM ortamına ilave edilen 300 mg/l sülfat ortamında göstermiştir ve maksimum klorofil a BBM besi ortamında 10 günde en üst seviyeye ulaşırken, BBM artı 300 mg/l sülfat ortamında yetişen *Scenedesmus sp* 6 günde en üst seviyeye çıkmasını anlamlı şekilde ANOVA ve Multiple Range Testlerin sonuçları göstermektedir (Tablo 4,27), (Tablo 4,28).

**Tablo 4.27.** *Scenedesmus sp*'de BBM ortamına Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edilen halde maksimum klorofil a ve zaman arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları

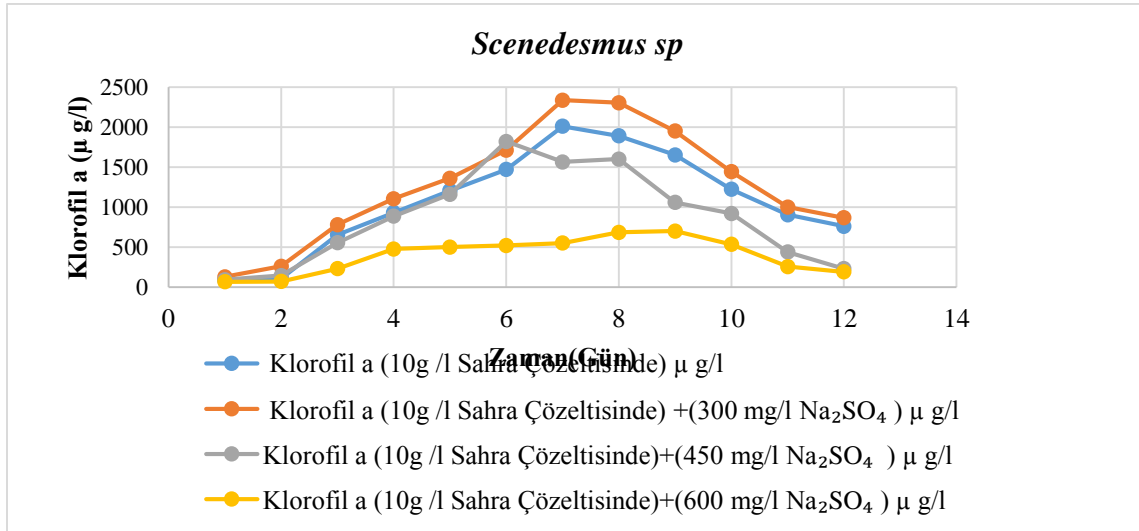
Faktör (maksimum klorofil a (µg/l) değişik ortamlarda )	Ortalama (Gün)	Deney tekrarı	Homojen Gruplar	P değeri
Klorofil a BBM+300 mg/l Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	6,5	3	X	0.00
Klorofil a BBM+150 mg/l Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	7,33	3	X	
Klorofil a BBM+ 70 mg/l Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	7,33	3	X	
Klorofil a BBM	10,0	3	X	

**Tablo 4.28.** *Scenedesmus sp*'de BBM ortamına Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edilen halde maksimum klorofil a ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları

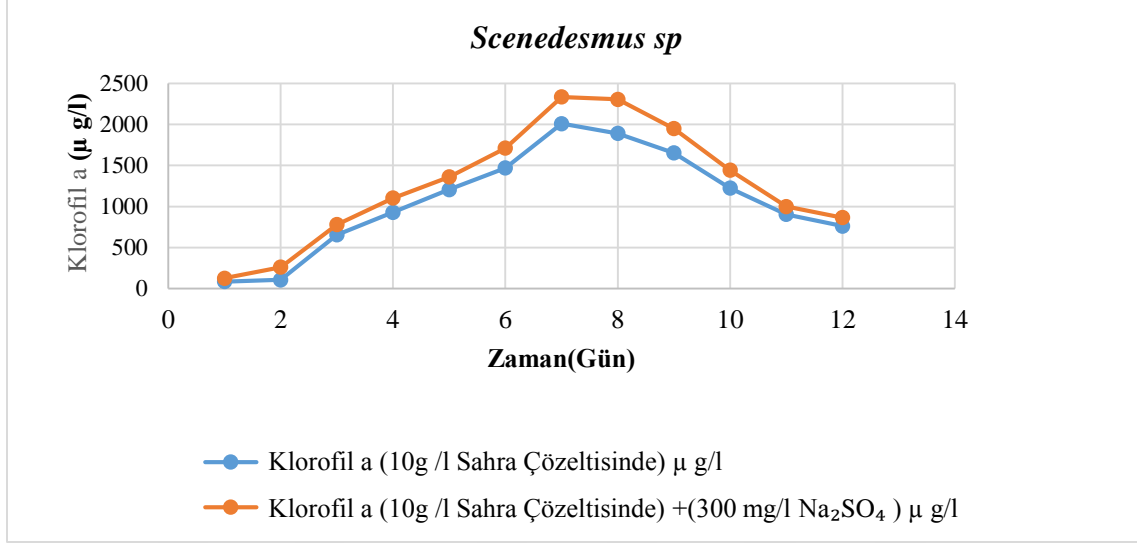
Faktör (maksimum klorofil a (µg/l) değişik ortamlarda )	Ortalama (maksimum klorofil a (µg/l))	Deney tekrarı	Homojen Gruplar	P değeri
Klorofil a BBM	646,66	3	X	0.00
Klorofil a BBM+150 mg/l Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	941,66	3	X	
Klorofil a BBM+ 70 mg/l Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	971,33	3	X	
Klorofil a BBM+300 mg/l Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1016,0	3	X	

4.6.5.2 Sahra çözeltilisinde ve bu çözeltiliye ilave edilen sülfatın *Scenedesmus sp* klorofil a değişimine etkileri

Sahra çözeltilisinde büyüyen *Scenedesmus sp* sülfat artışının etkisini belirleyebilmek için, 10g/l Sahra çözeltilisine 300, 450, 600 mg/l, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sülfat tuzu koyulmuştur. *Scenedesmus sp* de ortalama klorofil a da grafiksel artış 300 mg/l) Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ortamda görülmüştür (Şekil 4.43, Şekil 4.44).



**Şekil 4.43.** Sahra çözeltilisinde değişik Sülfat artışında *Scenedesmus sp*'de ortalama klorofil a değişimi(µg/l)



**Şekil 4.44.** 10g/l içeren Sahra çözeltisinde ve 10g/l içeren Sahra çözeltisine Sülfat ilave edilen halde *Scenedesmus sp*'de ortalama klorofil a değişimi(µg/l)

Maksimum klorofil a istatistiksel sonuçlarına göre (10g/l)Sahra çözeltisinde 300 mg/l Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilavesinin en etkili olarak anlamlı şekilde gösterilmiştir ve (10gr/l) Sahra çözeltisinde 450 mg/l sülfat tuzu eklendiğinde bir gün daha erken yani 6 günde maksimum seviyeye çıkmıştır (Tablo 4,29), (Tablo 4,30).

**Tablo 4.29.** *Scenedesmus sp*'de Sahra çözeltisine Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edilen halde maksimum klorofil a ve zaman arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları

Faktör (maksimum klorofil a (µg/l) değişik ortamlarda )	Ortalama (Gün)	Deney tekrarı	Homojen Gruplar	P değeri
Klorofil a 10gr/l Sahra+ 450 mg/l Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	6,0	3	X	0.00
Klorofil a 10gr/l Sahra	7	3	X	
Klorofil a 10gr/l Sahra +300 mg/l Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	7,33	3	X	
Klorofil a 10gr/l Sahra +600 mg/l Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	8,33	3	X	

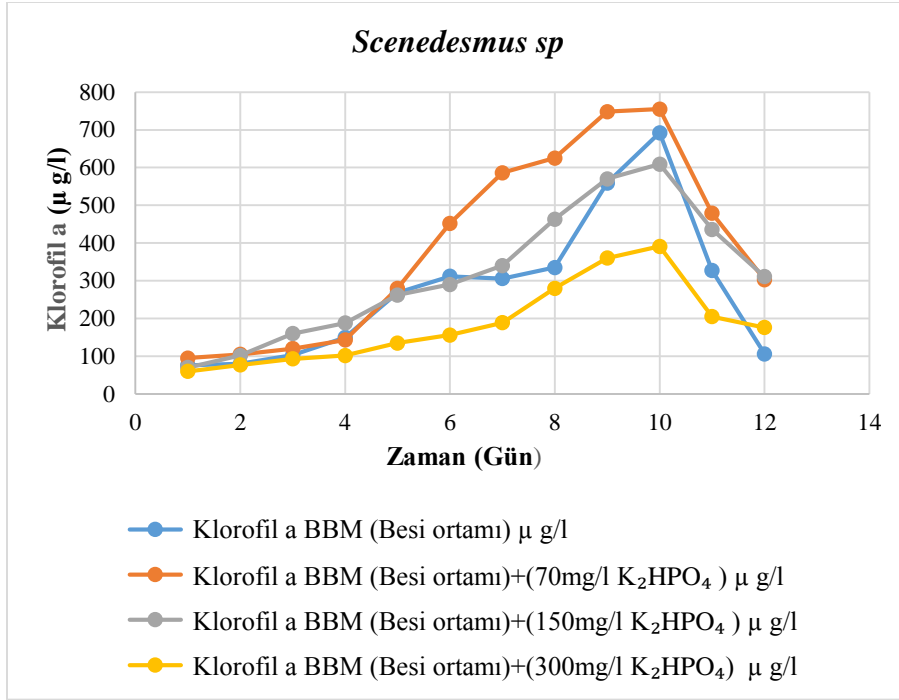
**Tablo 4.30.** *Scenedesmus sp'*de Sahra çözeltine Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edilen halde maksimum klorofil a ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları

Faktör (maksimum klorofil a (µg/l) değişik ortamlarda )	Ortalama (maksimum klorofil a (µg/l))	Deney tekrarı	Homojen Gruplar	P değeri
Klorofil a 10gr/l Sahra +600 mg/l Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	709,0	3	X	0.00
Klorofil a 10gr/l Sahra +450 mg/l Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1820,0	3	X	
Klorofil a 10gr/l Sahra	1987,67	3	X	
Klorofil a 10gr/l Sahra +300 mg/l Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2528,0	3	X	

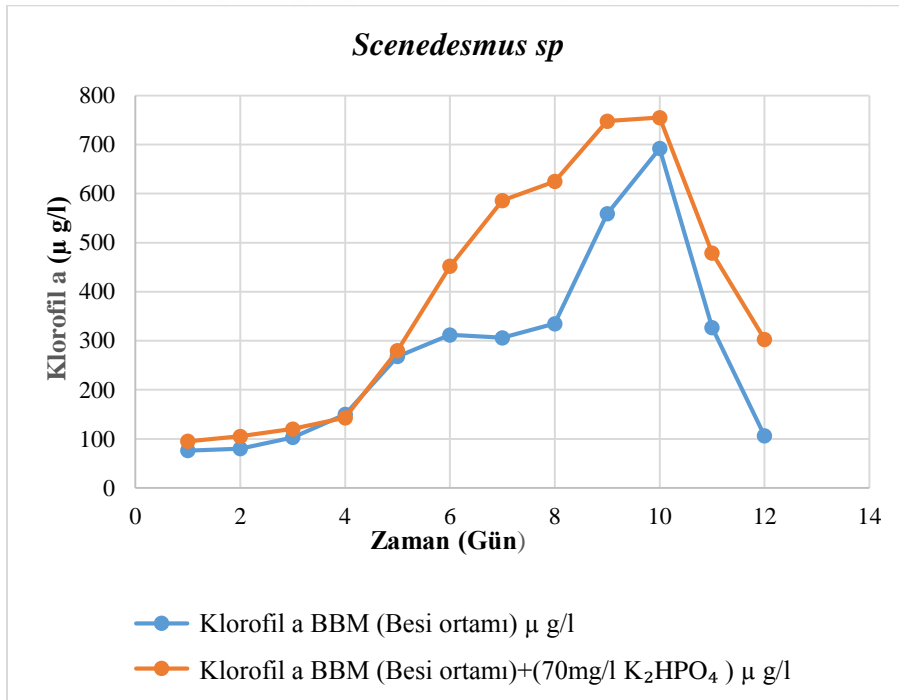
#### 4.6.6. Fosfatın BBM ve Sahra çözeltisinde gelişen *Scenedesmus sp'*de etkisi

4.6.6.1 Sülfattan arındırılmış BBM besi yeri ve bu çözeltiye ilave edilen fosfatın *Scenedesmus sp'*de klorofil a değişimine etkileri

BBM çözeltisinde gelişen ve ayrıca BBM çözeltisine 3 değişik dozda ilave edilen fosfatın klorofil a gelişimine etkisi incelenmiştir. Deney sonuçları 70 mg/l, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> içeren çözeltinin ortalama klorofil a en yüksek değeri verdiğini göstermiştir (Şekil 4.45, Şekil 4.46 ).



**Şekil 4.45.** BBM ortamında değişik Fosfat artışında *Scenedesmus sp*' de ortalama klorofil a değişimi (µg/l)



**Şekil 4.46.** BBM ortamında ve BBM ortamına 70 mg/l Fosfat artışında *Scenedesmus sp*'de ortalama klorofil a değişimi ( $\mu\text{g/l}$ )

BBM ortamında maksimum klorofil a ilave fosfat ortamlarda, ANOVA ve Multiple Range Test sonuçlarına göre eklenen 70mg/l fosfat de anlamlı farklılık göstermiştir. Zaman açısından maksimum klorofil a 150 mg/l  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  ilave edildiğinde bir gün daha erken görülmüştür. (Tablo 4.31), (Tablo 4.32).

**Tablo 4.31.** *Scenedesmus sp* BBM ortamına  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  ilave edilen halde maksimum klorofil a ve zaman arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları

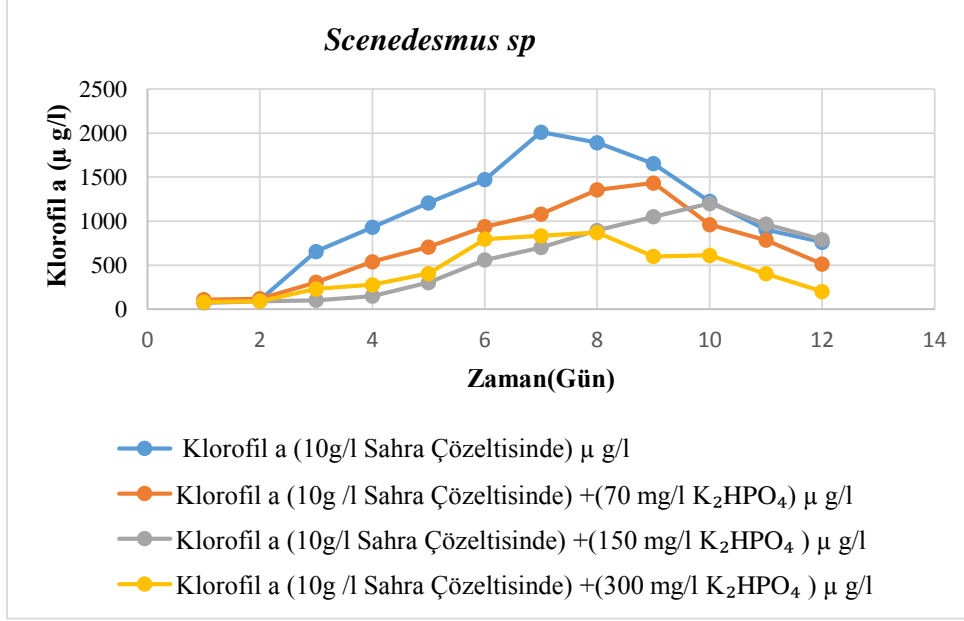
Faktör (maksimum klorofil a ( $\mu\text{g/l}$ ) değişik ortamlarda )	Ortalama (Gün)	Deney tekrarı	Homojen Gruplar	P değeri
Klorofil a BBM+150 mg/l $\text{K}_2\text{HPO}_4$	9,33	3	X	0,36
Klorofil a BBM+ 70 mg/l $\text{K}_2\text{HPO}_4$	9,33	3	X	
Klorofil a BBM+300 mg/l $\text{K}_2\text{HPO}_4$	9,66	3	X	
Klorofil a BBM	10,0	3	X	

**Tablo 4.32** *Scenedesmus sp*'de BBM ortamına  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  ilave edilen halde maksimum klorofil a ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları

Faktör (maksimum klorofil a ( $\mu\text{g/l}$ ) değişik ortamlarda )	Ortalama (maksimum klorofil a ( $\mu\text{g/l}$ ))	Deney tekrarı	Homojen Gruplar	P değeri
Klorofil a BBM+300 mg/l $\text{K}_2\text{HPO}_4$	403,33	3	X	0,00
Klorofil a BBM+150 mg/l $\text{K}_2\text{HPO}_4$	609,0	3	X	
Klorofil a BBM	646,66	3	X	
Klorofil a BBM+ 70 mg/l $\text{K}_2\text{HPO}_4$	742,33	3	X	

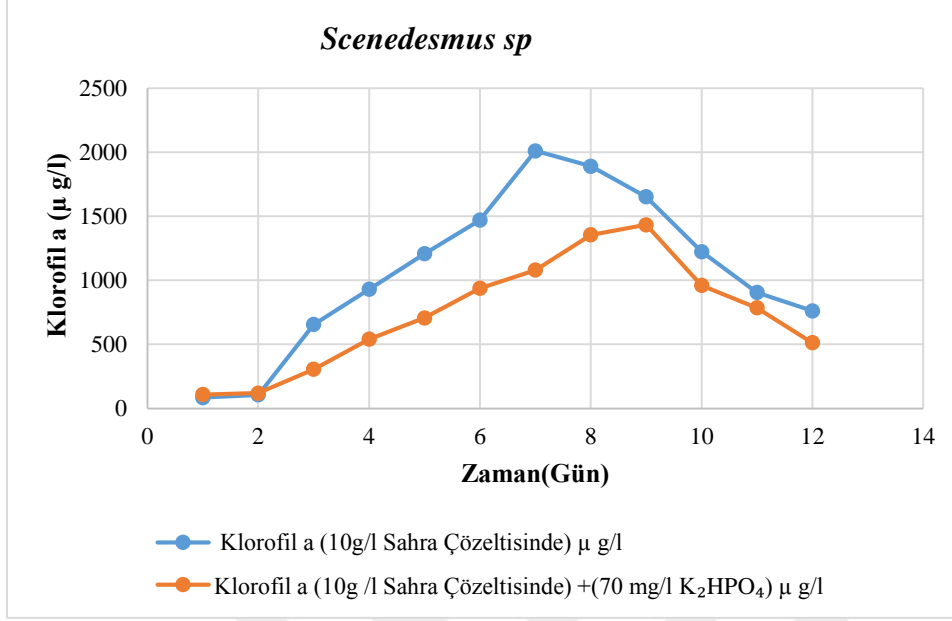
4.6.6.2. Sahra çözeltili ve bu çözeltiliye ilave edilen fosfatın *Scenedesmus sp*'de klorofil a değişimine etkileri

10 g/l Sahra tozu içeren çözeltili ve bu çözeltiliye 70 mg/l olarak ilave edilen çözeltide *Scenedesmus sp*'de klorofil a değişimleri incelenmiştir. Fosfat ilavesinin klorofil a değerlerine olumsuz etki ettiği Şekil 4.47'den izlenebilir. Klorofil a maksimum seviyeleri hem azalmış hem de en az 1 gün gecikme ile maksimum değerler ölçülmüştür.



Şekil 4.47. Sahra çözeltili ve farklı fosfat içeren Sahra çözeltilerinde *Scenedesmus sp*'de ortalama klorofil a değişimi





**Şekil 4.48.** 10g/l içeren Sahra çözeltisi ve bu çözeltiliye ilave edilen 70mg/l fosfat içeren çözeltilide *Scenedesmus sp*'de ortalama klorofil a değişimi.

Şekil 4.48'de gösterilen Sahra çözeltisi ve bu çözeltiliye ilave olarak katılan değişik fosfat katkılarından en olumlu sonuç veren 70 mg/l fosfat katkısı ile izlenen klorofil a değişimi verilmektedir. Sahra çözeltisi ile 7 günde ulaşılan ortalama klorofil a seviyesine fosfat ilavesi ile hem ulaşılamamış hem de fosfat ilavesinin klorofil a maksimum değerlerinin 2 gün gecikmesine neden olduğu izlenmiştir.

10gr/l Sahra çözeltisinde, maksimum klorofil a ve zaman açısından bu seviye gelmesi, tüm değişik fosfat ilavelerine göre daha yüksek ve erken elde etmiştir ve fosfatın etkisi 10gr/Sahra çözeltisinde yetişen *Scenedesmus sp* üzerinde olumsuz gösterilmiştir ve kullanılan istatistik yöntemleri (Anova ve Multiple Range Test) anlamlı bir şekilde bunu kanıtlamıştır (Tablo 4.33), (Tablo 4.34).

**Tablo 4.33.** *Scenedesmus sp*'de Sahra çözeltisinde K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> ilave edilen halde maksimum klorofil a ve zaman arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları

Faktör (maksimum klorofil a (µg/l) değişik ortamlarda )	Ortalama (Gün)	Deney tekrarı	Homojen Gruplar	P değeri
Klorofil a 10gr/l Sahra	7,33	3	X	0,08
Klorofil a 10gr/l Sahra+300 mg/l K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	8,25	3	XX	
Klorofil a 10gr/l Sahra+70 mg/l K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	9,0	3	X	
Klorofil a 10gr/l Sahra+150 m mg/l K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	9,5	3	X	

**Tablo 4.34.** *Scenedesmus sp*'de Sahra çözeltisinde K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> ilave edilen halde maksimum klorofil a ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları

Faktör (maksimum klorofil a (µg/l) değişik ortamlarda )	Ortalama (maksimum klorofil a (µg/l)	Deney tekrarı	Homojen Gruplar	P değeri
Klorofil a 10gr/l Sahra+300 mg/l K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	951,25	3	X	0,00
Klorofil a 10gr/l Sahra+150 m mg/l K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	1226,0	3	X	
Klorofil a 10gr/l Sahra+70 mg/l K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	1422,0	3	X	
Klorofil a 10gr/l Sahra	1987,67	3	X	

#### 4.6.7. *Scenedesmus sp* algin değişik katkılara davranışları hakkında genel değerlendirme

*Scenedesmus sp* algin değişik katkılara karşı verdiği ortalama klorofil a tepkileri Tablo 4.35 te derlenmişti

**Tablo 4.35.** *Scenedesmus sp*'de gelişiminde kullanılan değişik besin yerlerinde ölçülen ortalama ve maksimum klorofil a seviyeleri ve bu seviyeye kaçınıcı günde ulaşıldığını gösteren tablo

Scenedesmus sp/Katkılar	BBM	BBM+SO <sub>4</sub>	BBM+PO <sub>4</sub>	Sahra	Sahra+SO <sub>4</sub>	Sahra+PO <sub>4</sub>
Zaman(gün)/ Ortalama	10	7	10	7	7	9
Ortalama klorofil a (µg/l)	700	1000	750	2000	2300	1400
Zaman(gün)/ Maksimum	10	6	9	7	7	9
Maksimum klorofil a (µg/l)	646	1016	742	1987	2528	1422

*Scenedesmus sp*' in gelişimi için ideal besin yeri olan kabul edilen BBM çözeltilisi ile 12 gün süren izleme sonunda ortalama klorofil a değerine 10 gün sonunda 700 µg/l klorofil a olarak ulaşılmıştır. İdeal besi ortamına 300 mg/l sodyum sülfat ilavesi ile ortalama klorofil a miktarı %42 artmış ve bu seviyeye ideal besi ortamına göre 3 gün önce 1000 µg/l klorofil a seviyesi olarak ulaşılmıştır.

*Scenedesmus sp*' in 12 gün süren deney süresince BBM besin tuzu yerine sadece Sahra çözeltilisi kullanıldığında ortalama klorofil a seviyesi 7. günde 2000 µg/l seviyesine ulaşmıştır. Sahra çözeltilisine 300 mg/l sodyum sülfat ilave edildiğinde ortalama klorofil a değeri yine 7 günde 2300 µg/l olarak kaydedilmiştir.

BBM ideal besin çözeltilisine göreceli olarak sadece 70 µg/l fosfat ilavesi *Scenedesmus sp*' in gelişiminde ortalama klorofil a seviyesini 700 den 750 µg/l arttırmıştır. Gelişim her farklı

uygulamada gün olarak değişmemiş ancak 150 ve 300 mg/l fosfat ilavelerinde gelişim olumsuz etkilenmiştir.

*Scenedesmus sp'* in gelişiminde Sahra çözültisi ile 7 günde ulaşılan 2000 µg/l ortalama klorofil a seviyesi Sahra çözültisine 70 µg/l fosfat ilavesi sonunda 9 günde, 1400 µg/l olarak 7 günde ulaşılmıştır.

#### 4.7. Alg deneyleri sonuçları

Yapılan deneyler sonucunda;

İdeal besi yeri olarak tanımlanan karışımların ideal gelişmeyi sağlayamadığı;

Sahra çöl tozu içeren çözültülerin ideal besi ortamına göreceli olarak çok daha başarılı gelişim sağlayabildiği;

Sahra çöl tozu içeren çözültüler kullanılarak çalışılan türlerin klorofil a üretme kapasitelerinin arttırıldığı ve bu sürece ideal besi ortamına göre daha erken ulaşıldığı anlaşılmıştır.

Belirli oranda sülfat ilavesinin klorofil a gelişimi üzerinde olumlu etki yaptığı her üç tür alg de saptanmıştır.

İdeal besi ortamına veya Sahra çözültisine fosfat ilavesinin ise kayda değer bir artışa neden olmadığı da saptanmıştır.

Yapılan bu çalışma ile elde edilen sonuçlara göre bilim dünyasında bildiğimizi sandığımız bazı konuları yeniden irdelemek gerekecektir. Öncelikle ideal besi ortamı olarak adlandırılan karışımların “ideal” sıfatı ile uyummadığı gösterilmiştir.

Alg gelişimi Sahra tozu içeren çözültide çok daha başarılı olmaktan da öte alglerin yaşam süreçlerine göreceli olarak çok daha kısa sürelerde olmaktadır. Sahra çözültisine sülfat tozu eklendiğinde maksimum klorofil a üretimi daha kısa zamanda mümkün olmaktadır, *Arthrospira platensis*'de bu süreç %22, *Chlorella* türünde %33 *Scenedesmus* türünde ise %30 mertebesindedir. Bir başka değişim işe algler yaşam süreçlerinde çok daha kısa sürede çok daha verimli bir şekilde alg üretebilmektedirler. Klorofil a organik fotosentez olayı için olmazsa olmaz bir öğedir ve bu olayın sonunda karbon dioksit su ve güneş ışığı birleşimi ile oksijen ve glikoz üretilir. Bu olaylar enerji çevirimi için de olmazsa olmaz olaylardır.

Demek ki salt kimyasallardan oluşan bir karışım yerine tamamen doğal bir malzeme kullanılarak ideal besi ortamından daha da iyi sonuç veren bir karışıma ulaşmak ve bununla alglerin yaşam süreçlerinde üretebilecekleri enerji çevrimlerinde olabilecek en üst seviyeye daha da kısa bir zaman sürecinde çıkartmak mümkündür.

Toplam deney süreçlerini algler için yaşam süreci olarak ele alırsak ideal besi ortamında sağlanan ortalama ve maksimum klorofil a değerine ulaşma süreçleri Sahra çözeltisi ve ilave sülfat ile

*Arthrospira platensis* için ortalama ve hem maksimum klorofil a 7 günden 4 güne;

*Chlorella* için ortalama 10 günden 7 güne; maksimum klorofil a 9 günden 7 güne;

*Scenedesmus* için ise ortalama ve hem maksimum klorofil a 12 günden 7 güne düşmektedir

Bir başka değiş ile algin enerji üretimine katkısı için gerekli olan süre, *Arthrospira platensis* için % 57; *Chlorella* için %58; *Scenedesmus* için %70 daha kısalmaktadır.

Fosfatın canlıların gelişimi için olmazsa olmaz bir bileşen olduğu noktasından hareket ile ideal besi ortamına ve Sahra çözeltisine fosfat katkısı ile deneyler yapılmıştır. Her üç tür alg ile yapılan deneylerde fosfat ilavesinin alg gelişimi üzerinde sülfat ilavesine göreceli olarak herhangi bir olumlu etkisi net olarak saptanamamıştır. Hatta fosfat etkisinin alg türleri üzerinde olumsuz etkisinin olduğu dahi öne sürülecek sonuçlar elde edilmiştir.

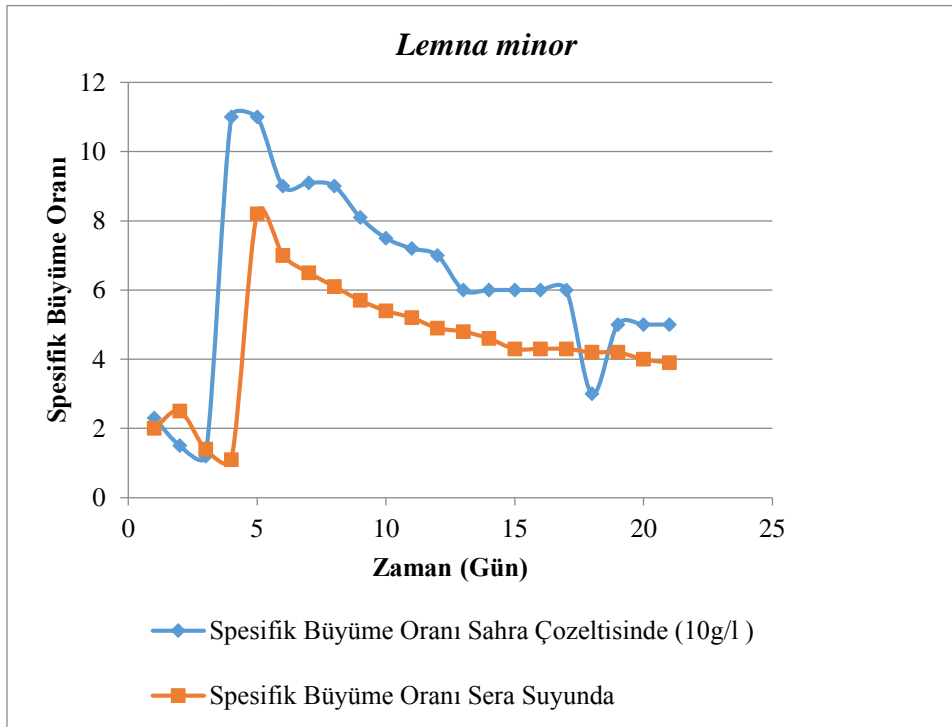
Bu noktada fosfatın alg türleri üzerindeki etkilerini detaylı incelemek yerine elde edilen bulgular ile fosfatın ötrofikasyon üzerinde var olduğu sayılan etkisinin olmadığı gösterilmiş olması daha önemlidir. Yapılan çalışmalar fosfatın atık sular ile özellikle akıntılarının daha az olduğu kıyı bölgelerde olumsuz etkilerinin olduğunu göstermesine karşın elde edilen bulgular bu oluşumun yani alg gelişimi ve dolayısı ile su kalitesinin sonuç olarak bozulmasının fosfat ile ilgili olmadığını kanıtlamaktadır. Şimdiye kadar literatürde fosfat yerine sülfatın etkisi olabileceği şeklinde bir yaklaşım da doğal olarak mevcut e değildir. Bunun nedeninin de deniz suyunun ana bileşenlerinden birisinin sülfat iyonu olmasından kaynaklandığı sanılmaktadır. Halbuki bu çalışma Sahra tozunun güneş enerjisi ile artan oranlarda sülfat üretme kapasitesinden hareket ile sülfatın ötrofikasyona etkisi incelenmesi gereğinden hareket ile yapılmıştır.

Sonuç olarak alg gelişimi üzerindeki en etkili çözelti Sahra çözeltisidir. Ötrofikasyona etkili olan iyon da sülfattır. Sülfat ta amonyum sülfat olarak zaten deterjanın ana katkı maddesidir. Bir

başka değiş ile atık suların alg gelişinin tetiklemesi gerçeğinin arkasında deterjandaki fosfat değil dolgu maddesi olan sülfat etmendir.

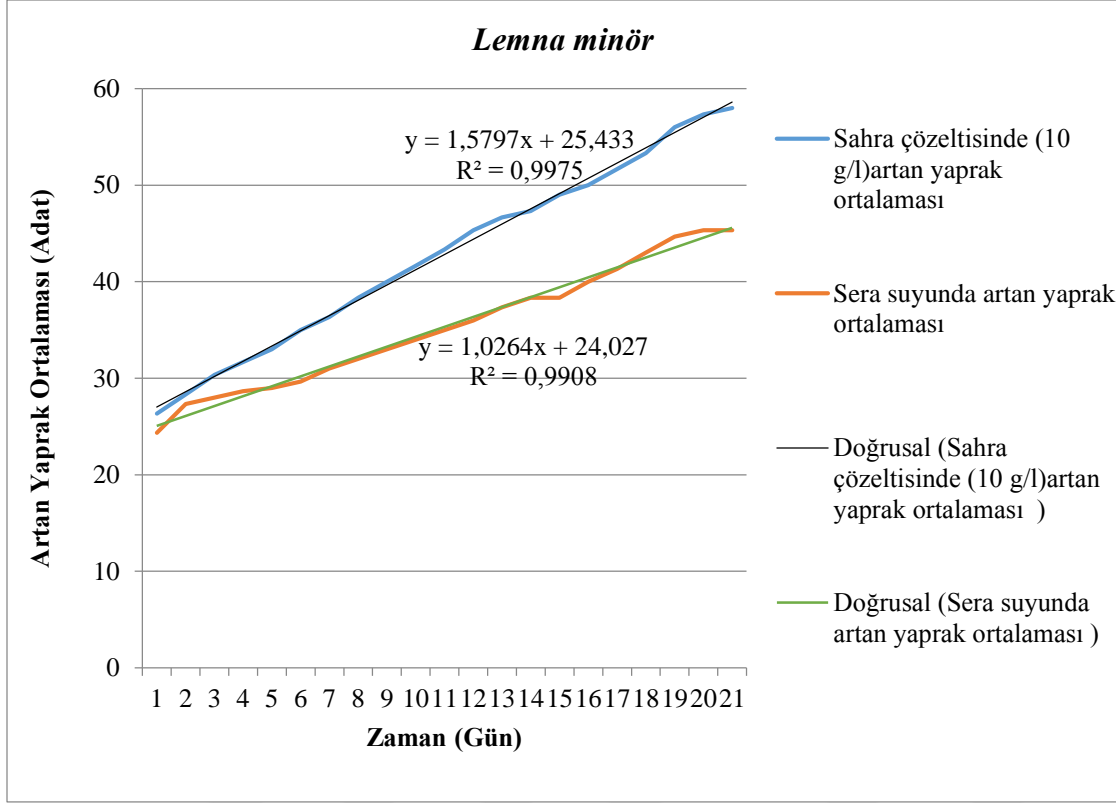
#### 4.8.Lemna minör Deney Sonuçları

Sahra tozu içeren besi ortamının *Lemna minör* üzerindeki etkileri *Lemna minör* için tanımlanmış herhangi bir ideal besi ortamı diye bir yaklaşım olmaması nedeni ile *Lemna minor* 'lerin toplandığı seradan alınan sudaki gelişmeye göreceli olarak yapılmıştır. 21 gün süren deney sürecinde *Lemna minor* spesifik büyüme oranı ve yaprak artışları günlük olarak izlenmiştir.



Şekil 4.49. *Lemna minör* ' de Sahra çözeltisinde ve sera suyunda spesifik büyüme oranı

Şekil 4.49 ten de görüleceğ i üzere Sahra suyu ortamında gelişen *Lemna minör* sera suyuna göre daha iyi gelişmiştir. Artan yaprak ortalaması Sahra suyunda eğim 1,58 olurken sera suyunda bu eğim 1.0 olmuştur. Bir başka değiş ile Sahra ortamında *Lemna minör* %50 oranında daha iyi gelişme göstermiştir.



**Şekil 4.50.** *Lemna minör* 'de Sahra çözeltisinde ve sera suyunda artan yaprak ortalaması

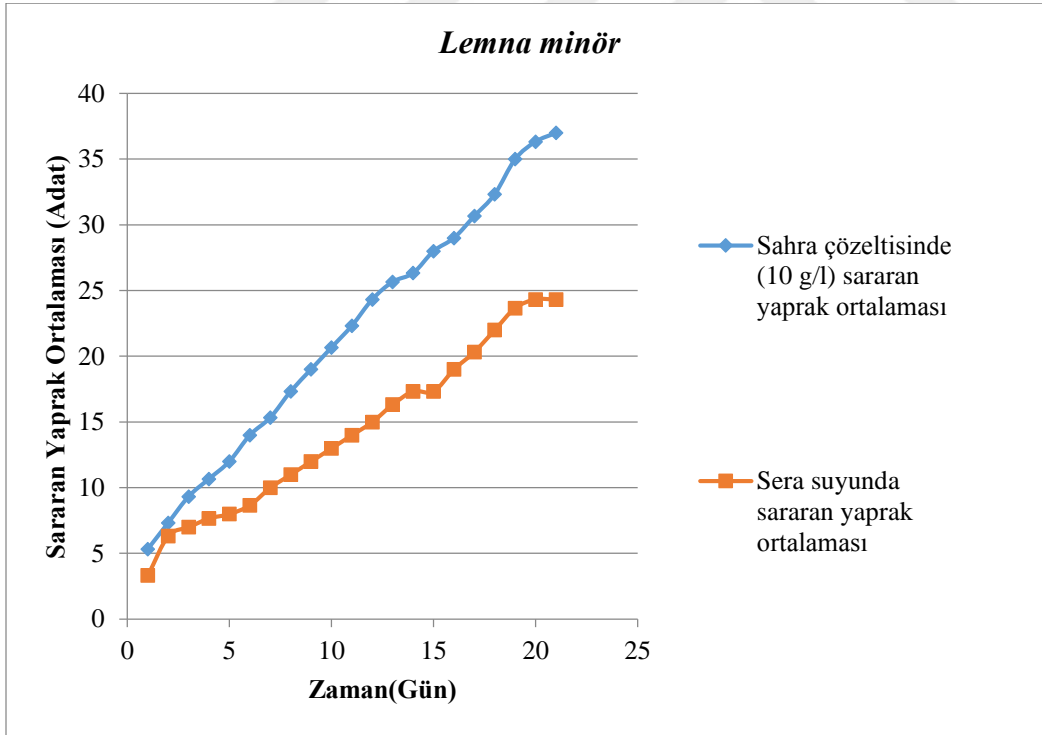
Artan yaprak sayısı ortalamaları da Şekil 4.50'te verilmiştir. Buna göre Sahra suyu ile beslenen *Lemna minör* çok daha iyi gelişim göstermiştir.

*Lemna minör* bitkisinin gelişimi 21 gün süre ile izlenmiş ve bu süreç içerisinde klorofil a içeriklerini kaybeden yaprakların sararmaya başlaması da ayrıca izlenmiş ve görüntülenmiştir.

Su mercimeğinde Sahra çözeltisinde (10 g/lt) ve sera suyunda sararan yapraklar



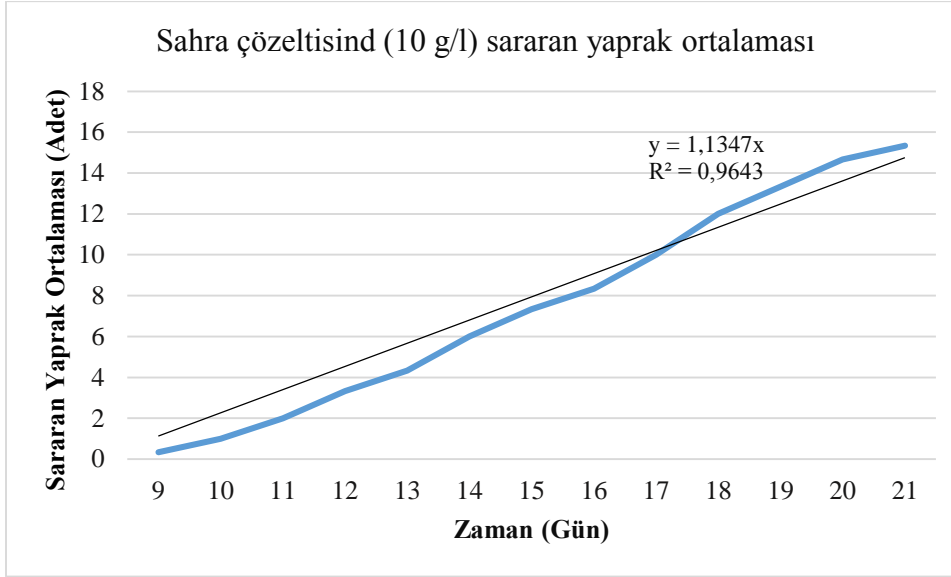
Şekil 4.51. *L. minör* 'de Sahra çözeltisinde (10g/l) ve sera suyunda sararan yaprak görünümü



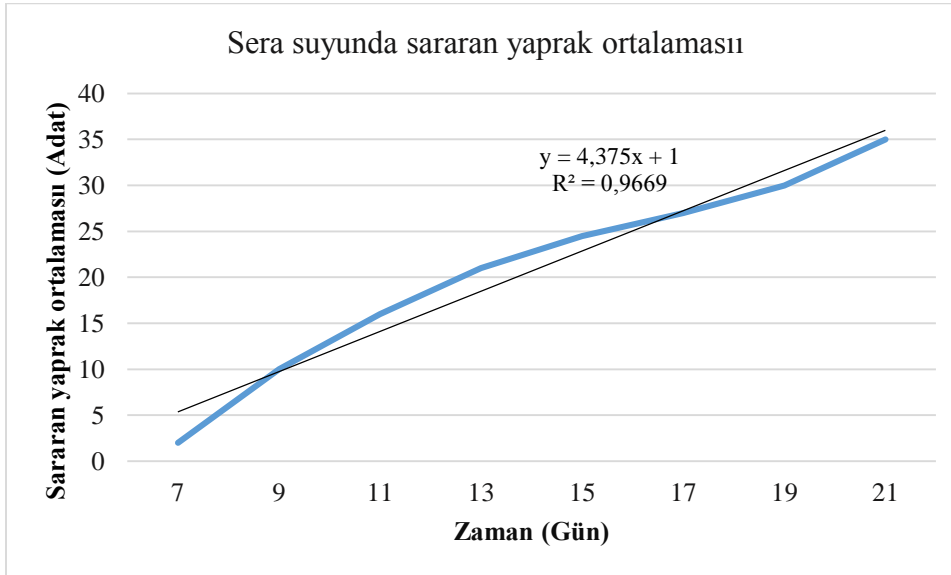
Şekil 4.52. *Lemna minör* 'de Sahra çözeltisinde ve sera suyunda sararan yaprak ortalaması



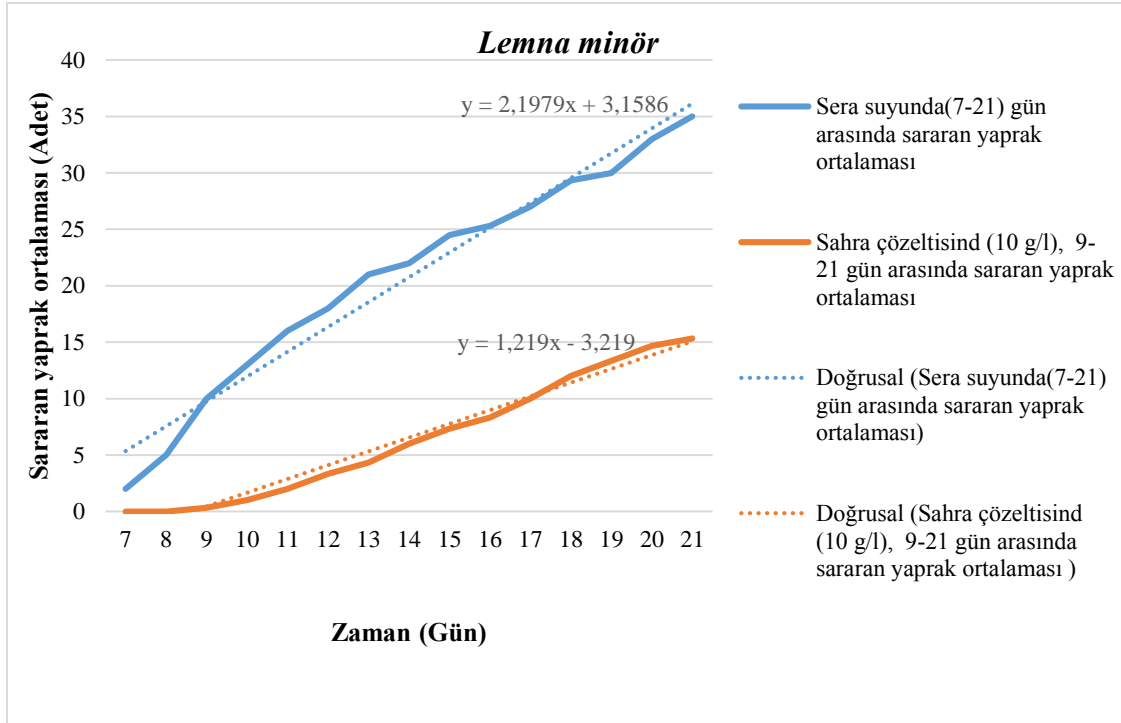
21 gün süren denemeler süresince sararan yaprak sayısı Sahralı suda hem daha geç başlamış hem de değişimin eğimi sera suyuna göreli olarak çok farklı olmuştur. 21 gün süren bir süreçte normal suda 6 günde başlayan sararma Sahralı suda 9 günden itibaren başlamıştır. Bir başka deyişle Sahralı suda klorofili yapraklar daha uzun süre faaliyetlerine devam etme olasılığı bulmuşlardır. 21 günlük süreç içerisinde 3 günlük bir süreç çok önemli sayılabilecek bir gelişmedir.



Şekil 4.53. Sahra çözeltilisinde (10 g/l), 9-21 gün arasında sararan yaprak ortalaması



Şekil 4.54. Sera suyunda 7-21 gün arasında sararan yaprak ortalaması



Şekil 4.55. *Lemna minör*' de Sahra çözeltisinde ve sera suyunda sararan yaprak ortalaması

Sera suyunda ve Sahra ortamında sararan yaprak sayısının başladığı günlerden sonra artan sararan yaprakları gösteren ve Şekil 4.55 da verilen eğimlere bakıldığında;

Sera suyunda 6 günde başlayan sararmanın Sahralı suda 9 günde başladığı, sera suyunda sararma eğimi 4.38 iken Sahralı suda bu eğimin 1.13 olduğu yani sera suyundaki sararmanın Sahralı suya göreceli olarak 3.4 defa daha fazla olduğu görülmektedir.

Sararan yaprak sayısını Sahralı ortam ve doğal ortamda birlikte gösteren şekil 4.52' te izlenen grafikte bize Sahralı suda tutulan *Lemna minor*'lerin çok daha sağlıklı olduğunu kanıtlamaktadır. Sahralı ortamda yaprak sararma eğimi 1.2 olurken sera suyunda bu eğim 2.2 olmaktadır. Bu da Sahralı ortamda klorofil a hücrelerinin çok daha etken ve daha uzun süre aktif kaldığını bir kez daha ispatlamaktadır.

Bir başka yaklaşım ile bitki uygun ortamda klorofil a hücrelerini daha fazla çalıştırabilmekte ve böylece yaşam süresince daha fazla enerji toplayabilmekte veya daha fazla karbon

sabitleyebilmektedir. Durağan suların en belli başlı bitkisi olan *Lemna minör*' ün doğal olarak Sahra tozlu yağışlar sonrasında çok daha etkin gelişmesi, daha fazla klorofil a üretmesi, daha fazla karbon sabitlemesi beklenilmektedir.

#### 4.9. *Aydan Hanım* Sertifikalı Arpa deneyleri.

Sahra toprağının etkilerini tahlillerden arpa 'da denemek amacı ile *Aydan Hanım* genotipi arpa seçilmiştir. Bitki gelişimi litrede 5, 10, 15, 20 gram çöl tozu ile hazırlanan çözeltiler ile ayrıca ideal besi ortamı olarak ta Hewitt olarak adlandırılan besi ortamı ile sulanmıştır. Arpa 'da 20 gün sonunda ölçülen çeşitli parametrelerin ışığı altında gelişmeler değerlendirilmiştir. Bu besi yerlerine karşın damıtık su ile sulanan arpalar da kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir. 20 Gün sonunda ulaşılan dal ve kök uzunluğu görsel olarak Şekil 4.56 ve 4.57'da verilmiştir. Fotoğraftan da açıkça görüleceği üzere 10g/l Sahra toprağı ile sağlanan yaprak gelişimi en az ideal gelişme çözeltisi olarak varsayılan Hewitt, ortamındaki kadar olmuştur. Kök gelişimine bakıldığında ise Sahra çözeltisinde izlenen gelişmenin diğer çözeltilere göre bariz üstünlüğü ortaya çıkmaktadır.



**Şekil 4.56.** Farklı besi ortamlarının 20 günlük arpa fidelerinin dal ve kök uzunluğu üzerinde görsel etkisi



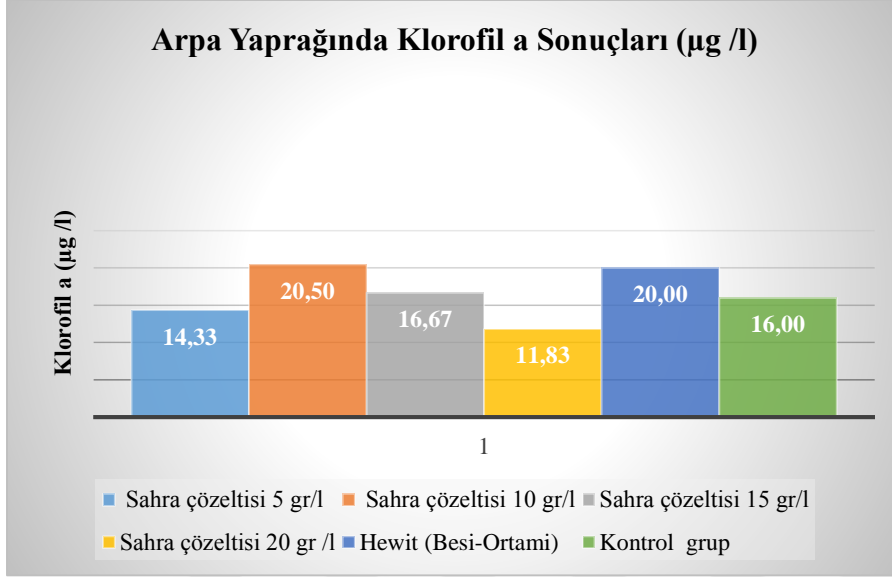
**Şekil 4.57.** 20 gün sonunda Hewitt, Sahra ve kontrol olarak damıtık suda büyütülen arpanın genel görünümü

#### **4.9.1. Arpada Pigment Miktarlarındaki Değişim**

Görsel değişimin yanı sıra değişik çözeltilerin arpadaki klorofil a miktarı üzerindeki etkileri de aletsel olarak izlenmiştir. Klorofil, fotosentez aktivitesini kontrol eden faktördür ve klorofil a seviyelerindeki değişim, bitkide diğer tüm parametreleri de etkilemektedir.

#### **4.9.2. Klorofil a**

Çeşitli besin ortamlarında aynı koşullarda beslenen arpada 20 gün sonunda izlenen ortalama klorofil a değişimi Şekil 4.58 de verilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi ideal besin tuzu içeren Hewitt ile içerisinde 10 g/l Sahra tozu içeren besi ortamında eşdeğer ortalama klorofil a seviyeleri bulunmuştur. İçerisinde 5, 15 ve 20 g sahra tozu bulunduran çözeltiler ise kontrol grubu kadar veya daha az seviyede klorofil a oluşturmuşlardır. 20 g/l çözelti aşırı besin tuzunun gelişmeyi etkilemesi şeklinde açıklanabilirken 5 ve 15 g/l nin kontrol kadar ortalama klorofil a değerleri içermesinin nedenleri anlaşılamamıştır.



**Şekil 4.58.** Değişik besi ortamlarında yetiştirilen arpa ‘da 20 gün sonunda ölçülen klorofil a değerleri

Arpada maksimum klorofil a içeriği anlamlı şekilde, istatistik ANOVA ve Multiple Range Test sonuçlarına göre 10g/l Sahra çözeltisinde sağlanmıştır (Tablo 4.36).

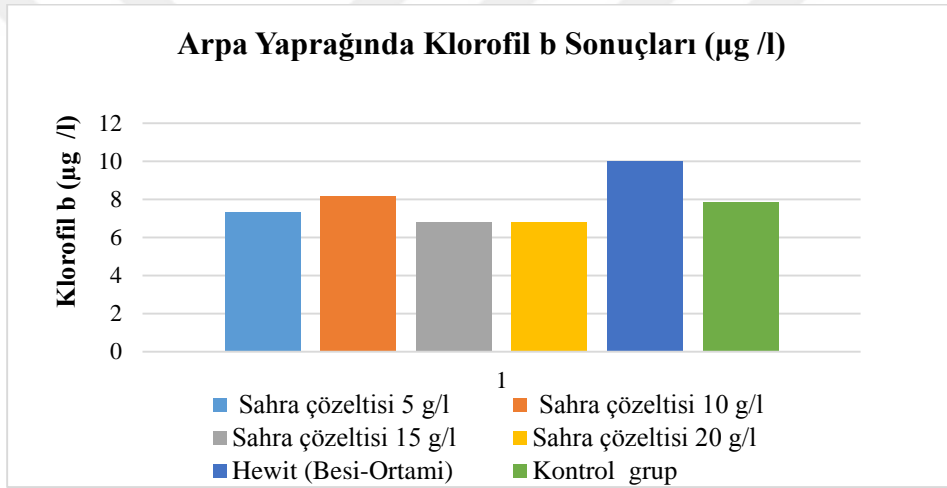
**Tablo 4.36.** Arpada maksimum klorofil a ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları

Faktör (maksimum klorofil a (µg/l) değişik ortamlarda )	Ortalama (maksimum klorofil a (µg/l )	Deney tekrarı	Homojen Gruplar	P değeri
Klorofil a 20gr / lt Sahra Çözeltisinde	12,98	3	X	0,00
Klorofil a 5gr / lt Sahra Çözeltisinde	15,66	3	XX	
Klorofil a Kontrol grup	17,77	3	XX	
Klorofil a 15gr / lt Sahra Çözeltisinde	20,54	3	XX	
Klorofil a Hewitt (Besi-Ortami)	20,90	3	XX	
Klorofil a 10gr / lt Sahra Çözeltisinde	22,87	3	X	

### 4.9.3. Klorofil b içeriği

Bitkilerde bulunan klorofil a/b oranı farklıdır. Tahıllarda ve yeşil bitkilerde şu oran yaklaşık 3/1 olmaktadır. [146]. *Aydan Hanım* sertifikalı arpanın çeşitli besin ortamları kullanılarak yapılan geliştirme deneylerinin 20 gün sonunda alınan örneklerde ölçülen klorofil b miktarlar beklenildiği gibi klorofil a miktarlarından daha azdır.

Hewitt çözeltisi ile beslenen arpada ise diğer solüsyonlara göre daha fazla ortalama klorofil b ölçülmüştür (Şekil 4.59). Sahra çözeltisi ortalama klorofil b seviyelerinde belirgin bir artışa neden olmamıştır.



**Şekil 4.59.** Değişik besi ortamlarında yetiştirilen arpa 'da 20 gün sonunda ölçülen ortalama klorofil b değerleri (µg/l)

*Aydan Hanım* sertifikalı arpada maksimum klorofil b istatistiksel olarak anlamlı farklılıkla Hewitt çözeltisi için bulunmuştur (Tablo 4.37).

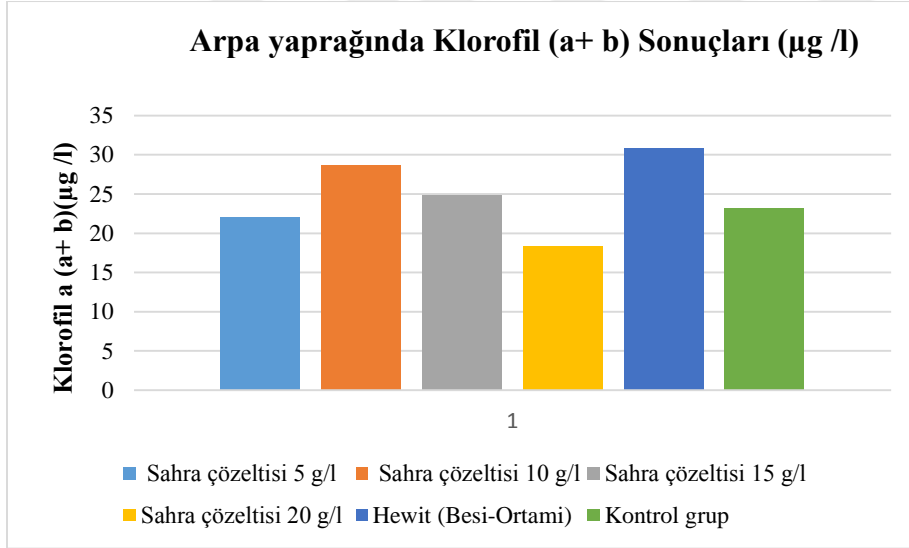
**Tablo 4.37.** Arpada maksimum klorofil b ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları

Faktör (maksimum klorofil b (µg/l) değişik ortamlarda )	Ortalama (maksimum klorofil b (µg/l) )	Deney tekrarı	Homojen Gruplar	P değeri

Klorofil b, 20gr / lt Sahra Çözeltisinde	5,61	3	X	0.04
Klorofil b, 5gr / lt Sahra Çözeltisinde	6,62	3	X	
Klorofil b, 15gr / lt Sahra Çözeltisinde	6,81	3	X	
Klorofil b,10gr / lt Sahra Çözeltisinde	7,82	3	XX	
Klorofil b, Kontrol grup	10,62	3	X	
Klorofil b, Hewitt (Besi-Ortami)	10,62	3	X	

#### 4.9.4. Klorofil (a+b) içeriği

Kullanılan çözeltilerde toplam klorofil a+b açısından incelendiğinde Hewitt besin ortamında yetişen arpada ortalama klorofil (a+b) içeriği daha fazla bulunmuştur (Şekil 4.60).



**Şekil 4.60.** Değişik besi ortamlarında yetiştirilen arpa 'da 20 gün sonunda ölçülen ortalama klorofil a + b değerleri (µg/l)

Arpada maksimum klorofil (a+b) değeri Tablo 4.38'de verilen istatistiki sonuçlara göre Hewitt besi ortamında yetişen arpada daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

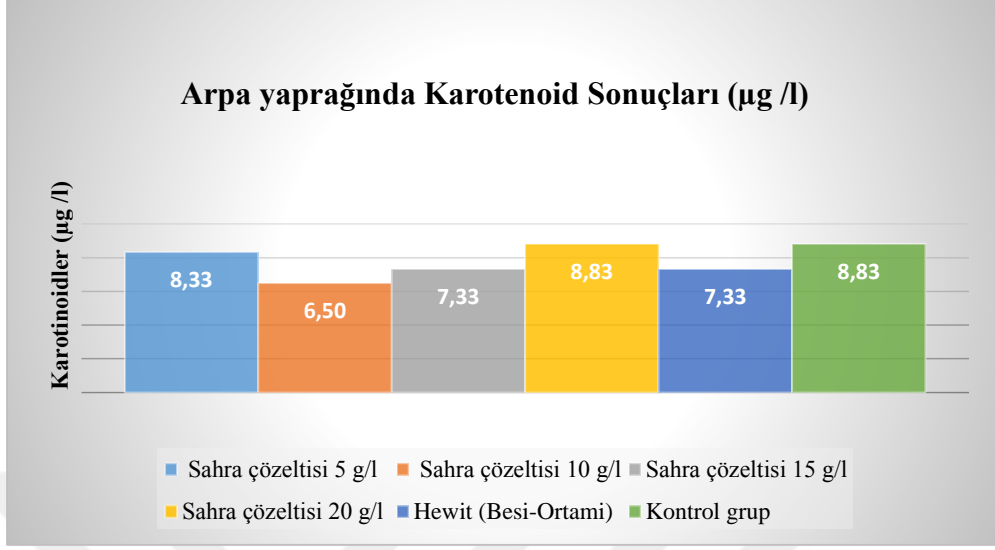
**Tablo 4.38.** Arpada maksimum klorofil (a+b) ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları

Faktör (maksimum klorofil (a+b) µg/l değişik ortamlarda )	Ortalama (maksimum klorofil (a+b) µg/l)	Deney tekrarı	Homojen Gruplar	P değeri
Klorofil (a+b), 20gr / lt Sahra Çözeltisi	18,60	3	X	0.0
Klorofil (a+b), 5gr / lt Sahra Çözeltisin	22,28	3	XX	
Klorofil (a+b), 15gr / lt Sahra Çözeltisi	27,02	3	XX	
Klorofil (a+b), Kontrol grup	28,06	3	XX	
Klorofil (a+b), 10gr / lt Sahra Çözeltisi	30,55	3	X	
Klorofil (a+b), Hewitt (Besi-Ortamı)	32,33	3	X	

#### 4.9.5. Karotenoid sonuçları

Karotenoidler bitkide klorofil a ve b tarafından soğurulamayan dalga boyundaki ışıkların enerjisini klorofillere aktarmak ve bu suretle de bu dalga boyundaki ışığın enerjisini de fotosentez olayında kullanılabilir hale getiriler. Bitkilerde klorofil a azlığı karotenoid miktarındaki artışla ile dengelenmektedir. Arpa ile yapılan deneylerde en fazla ortalama karotenoidler 20 g/l Sahra içeren ve kontrol grubunda çıkmıştır. Bu beklenen bir sonuçtur çünkü klorofil a miktarı 20g/l Sahra çözeltisinde en düşük ölçülmüştür (Şekil 4.61).





**Şekil 4.61.** Değişik besi ortamlarında yetiştirilen arpa 'da 20 gün sonunda ölçülen ortalama karotenoid değerleri (µg/l)

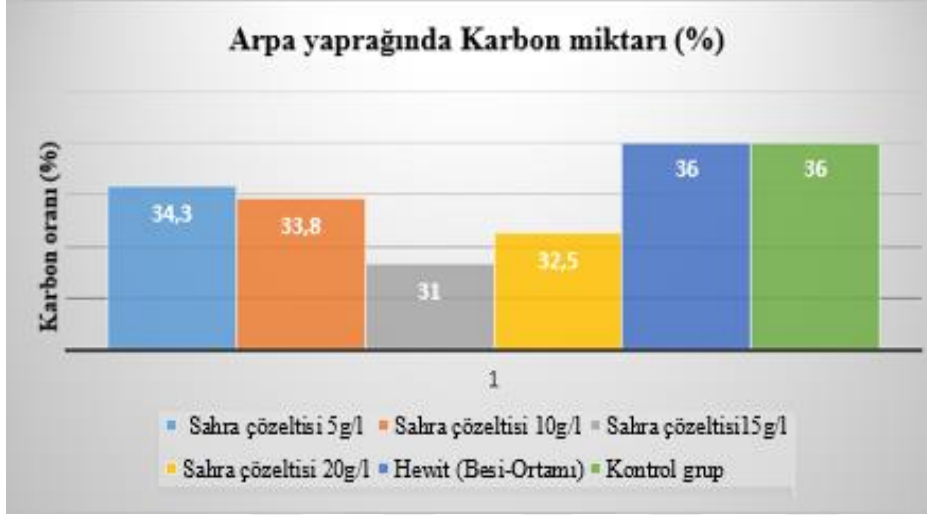
Aynı şekilde, maksimum karotenoid istatistik sonuçlarına göre 20 g/l Sahra çözeltisinde yetişen arpada çıkmıştır. (Tablo 4.39).

**Tablo 4.39.** Arpada maksimum Karotenoid ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları

Faktör (maksimum Karotenoid µg/l değişik ortamlarda )	Ortalama (maksimum Karotenoid µg/l )	Deney tekrarı	Homojen Gruplar	P değeri
Karotenoid, 10gr / lt Sahra Çözeltisinde	7,08	3	X	0.3
Karotenoid, Kontrol grup	7,25	3	XX	
Karotenoid, 5gr / lt Sahra Çözeltisinde	8,03	3	XX	
Karotenoid, 15gr / lt Sahra Çözeltisinde	8,43	3	XX	
Karotenoid, Hewitt (Besi-Ortami)	8,60	3	XX	
Karotenoid, 20gr / lt Sahra Çözeltisinde	10,00	3	X	

#### 4.9.6. Karbon miktarlarındaki değişim

CHN cihazı ile yapılan analizler sonucunda değişik oranlarda besin tuzları ve kontrol grubu ile beslenen arpalarda 20 gün sonunda ölçülen yapraktaki en yüksek ortalama karbon miktarı Hewitt ve kontrol grubunda görülmüştür (Şekil 4.62).



Şekil 4.62. Değişik besi ortamlarında yetiştirilen arpa 'da 20 gün sonunda ölçülen ortalama karbon değerleri (%)

Karbonlu bileşikler mikro organizmaların enerji tamını için gerekmektedir. Maksimum karbon Oranı (%), istatistiki testlerin verilen sonuncularına göre Hewitt ve kontrol gruplarındaki birbirlerine eşit karbon yüzdesine sahip oldukları görülmektedir (Tablo 4.40).

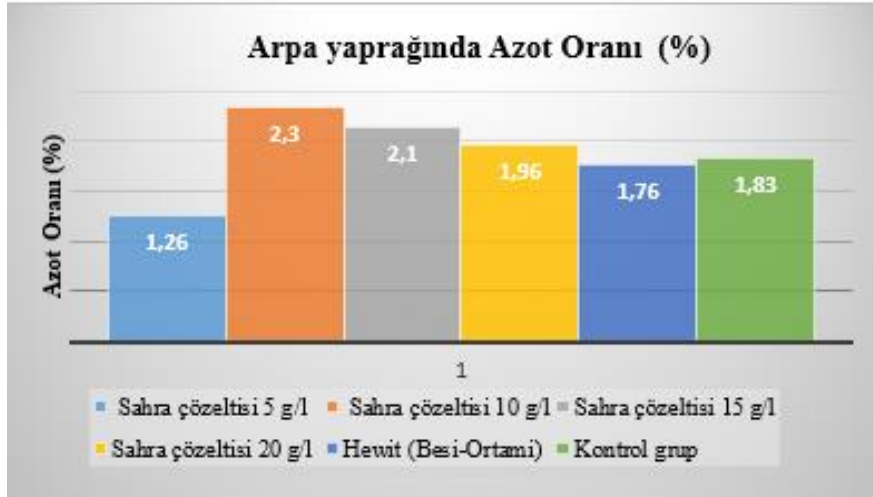
Tablo 4.40. Arpada maksimum Karbon Oranı (%), ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları

Faktör (maksimum Karbon Oranı (%), değişik ortamlarda )	Ortalama (maksimum Karbon Oranı (%), )	Deney tekrarı	Homojen Gruplar	P değeri

Karbon Oranı (%), 15gr / lt Sahra Çözeltisi	32,33	3	X	0.06
Karbon Oranı (%), 20gr / lt Sahra Çözeltisi	32,5	3	X	
Karbon Oranı (%), 10gr / lt Sahra Çözeltisi	33,9	3	XX	
Karbon Oranı (%), 5gr / lt Sahra Çözeltisi	34,33	3	XX	
Karbon Oranı (%), Kontrol grup	36,0	3	X	
Karbon Oranı (%), Hewitt (Besim Ortamı)	36,0	3	X	

#### 4.9.7. Azot miktarlarındaki değişim analizi

*Aydan Hanım* sertifikalı arpanın yapraklarında ölçülen ortalama azot değerleri Sahra çözeltilerinde, Hewitt ve kontrol gruplarına göre daha fazla olmuştur. Özellikle (10g/l) Sahra çözeltisi içeren grupta %2.3 ile en fazla azot ölçülmüştür (Şekil 4.63) .



**Şekil 4.63.** Değişik besi ortamlarında yetiştirilen arpa 'da 20 gün sonunda ölçülen ortalama azot yüzdeleri

Literatür değerlerine göre arpadaki azot yüzde beklentisi 1.2 dir. 10 g/l içeren Sahralı çözeltilerde bu oran %2,3 olarak beklenen seviyeye göre yaklaşık %100 artış göstermiştir. Ancak Arpanın kontrol grubunda neden %1.83 lük bir azot oranına ulaştığı ise açıklanamamıştır. Bu oran örneğin 5 g/l Sahra içeren çözeltilerden dahi yüksektir.

Azot, bitkiler tarafından pH bağlı, (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) ya (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) şeklinde alınır. PH 6 ila 8 çeşitli topraklarda nitrifikasyon nedeniyle, nitratı absorbe ederler ve nötr pH 'da NH<sub>4</sub><sup>+</sup> şeklindedir. Sahra çözeltilerinde ölçülen pH değeri 7 ile 8 arasında olduğu için her iki formda azotu bulunması mümkündür.

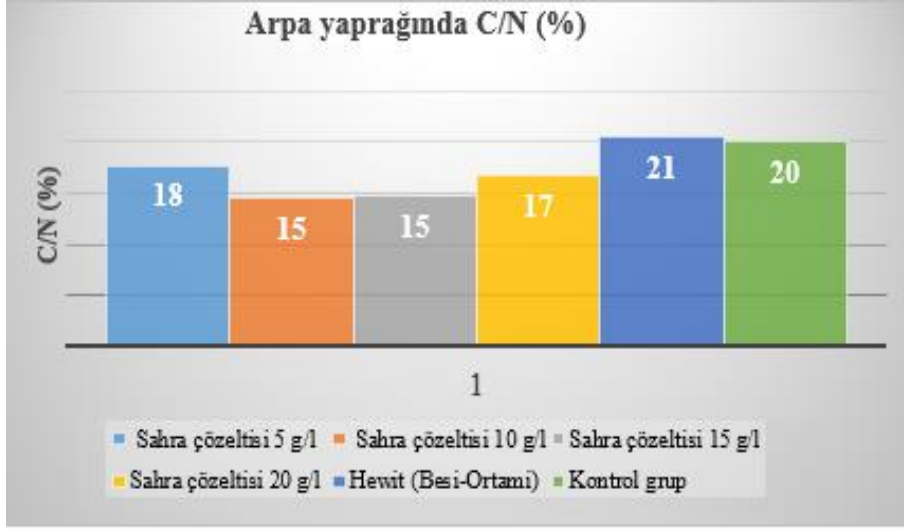
Maksimum azot oranı 10 g/l Sahra çözeltilerinde yetişen arpa yapraklarında en yüksek olsa da, bu değerler istatistiksel açıdan gruplar arasında anlamlı fark göstermemiştir (Tablo 4.41).

**Tablo 4.41.** Arpada maksimum Azot Oranı (%), ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları

Faktör (maksimum Azot Oranı (%),değişik ortamlarda)	Ortalama (maksimum Azot oranı (% ))	Deney tekrarı	Homojen Gruplar	P değeri
Azot oranı (%), 5gr / lt Sahra Çözeltisi	2,03	3	X	0,3
Azot oranı (%), Kontrol grup	2,05	3	X	
Azot oranı (%), 20gr / lt Sahra Çözeltisi	2,08	3	X	
Azot oranı (%), 15gr / lt Sahra Çözeltisi	2,23	3	X	
Azot oranı (%), Hewitt (Besi-Ortamı)	2,25	3	X	
Azot Oranı (%), 10gr / lt Sahra Çözeltisi	2,29	3	X	

#### 4.9.8. Karbon/Azot oranı (C/N)

Karbon ve özellikle azot bitkiler için fotosentezin olmazsa olmazlarındandır. Azot amino asitlerin yapı taşı olması nedeni ile ayrıca önemlidir. Azot içeriğinin fazla olması bitkinin yaşam süreci sonunda parçalanma sürecine de katkı yapmaktadır [138]. Yapılan deneylerin toplu sonuçları Şekil 4.64’de verilmiştir.



**Şekil 4.64.** Değişik besi ortamlarında yetiştirilen arpa ‘da 20 gün sonunda ölçülen ortalama C/N oranı (%)

Sahra tozu içeren ortamda C/N oranının daha düşük olması elbette olumlu bir etki olmaktadır. Bu orana Sahra çözeltisi ile ulaşmak ve bu oranın ideal gelişme çözeltisine göre %30 farklı olması Sahra çözeltisinin etkisini göstermesi açısından önemlidir.

Bitkilerin artıkları mikroorganizmaların tarafından humusa dönüşmesi, C/N oranı önemli rol oynamaktadır. Tahıllar ve çapa bitkilerin toprakta, artıklarının humus oluşumu azdır ve C/N oranı ne kadar az olursa onun daha iyi humusa dönüşmesi anlamındadır. Genellikle arpa gibi tahıllar toprakta yeterli humus oluşturmazlar ve artıklarının humus oluşumu azdır [138].

Ayrıca azotlu bileşikler organizmaların üremelerinde etkilidir. Bitki materyalinin azot içeriği arttığı zaman parçalanma daha hızlı şekilde olmaktadır. Topraktaki organik maddelerin mikroorganizmalar tarafından hızlı bir şekilde ayrışabilmesi için C/N oranının 10/1-30/1 arasında olması gerekmektedir. Mesela ahır gübresinde C/N oranının 20/1-30/1 seviyelerinde öldü için

organik maddeler daha kısa sürede (1-2 ay) parçalanmakta ve nihayet humusa dönüşmektedir.  
[139]

Deney sonuçları beklenildiği gibi en düşük ortalama C/N oranı (10g/l) Sahra çözeltisinde izlenmiştir ve istatistiksel açılarından kanıtlanmıştır (P değeri=0,04).

Yani 10g/l Sahra çözeltisinde yetişen arpaların atıkları diğer gruplarda yetişen arpalara göre daha hızlı biyolojik parçalanması ve daha yüksek miktarda toprakta humus oluştura bililer.

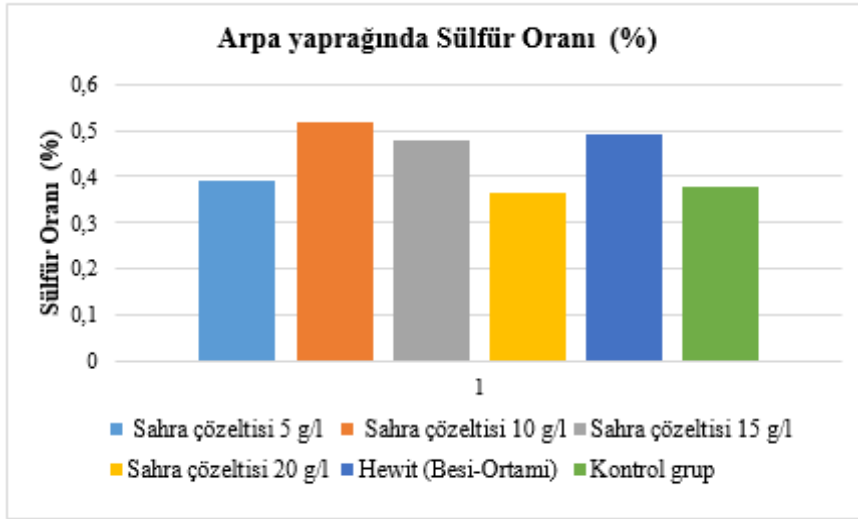
Maksimum C/N oranı, ANOVA ve Multiple Range Test sonuçlarında da anlamlı şekilde en yüksek miktarı Hewitt çözeltisinde yetişen arpa yapraklarında ve en düşük maksim C/N oranı 10g/l Sahra çözeltisinde göstermektedir (Tablo 4.42).

**Tablo 4.42.** Arpada maksimum C/N Oranı (%), ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları

Faktör (maksimum C/N Oranı (%),değişik ortamlarda )	Ortalama (maksimum C/N Oranı (%))	Deney tekrarı	Homojen Gruplar	P değeri
C/N Oranı (%), 10gr / lt Sahra Çözeltisi	14,65	3	X	0.04
C/N Oranı (%),15gr / lt Sahra Çözeltisi	14,80	3	X	
C/N Oranı (%), 20gr / lt Sahra Çözeltisi	16,84	3	XX	
C/N Oranı (%), 5gr / lt Sahra Çözeltisi	17,77	3	XX	
C/N Oranı (%), Kontrol grup	20,0	3	X	
C/N Oranı (%), Hewitt (Besi-Ortamı)	20,61	3	X	

#### 4.9.9. Arpada Sülfür değişimi

Yaprakta daha fazla sülfür depolanmasının bitkisel proteinin ve önemli enzimlerin oluşması için ve fotosentez etkili olduğu bilinmektedir. Değişik besi ortamlarında yetiştirilen arpa 'da 20 gün sonunda ölçülen ortalama sülfür değişimlerine bakıldığında 10 ve 15 g/l içeren Sahra çözeltilerinde sülfürün Hewitt besi ortamı kadar etkili olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 4.65).



Şekil 4.65. Grafıksel değişik ortamlarda *Aydan Hanım* sertifikalı arpanın ortalama Sülfür oranı (%)

Kükürdün büyük bir kısmı kökler aracılığıyla toprak çözeltilerinden sülfat iyonları şeklinde ve stomaları aracılığıyla atmosferden ( $SO_2$ ) absorbe ederler. Kükürt klorofil sentezinde yer alıp ve protein sentezi için gerekli bazı aminoasitlerin yapısında. ( sistein ve methionin) bulunur. Ayrıca vitamini B1, Koenzim A sentezinde önemli rolü var. Koenzim A yağ asitlerinin ve amino asit sentezinde, elektron taşıma ve aktarılmasında rol oynarlar.

Fotosentez yapan bakteriler, fotosentez sırasında karbondioksit ve su kullanırlar ve nihayet oksijen gazı açığa çıkarırlar. Siyanobakteriler, mor kükürt bakterileri ve hidrojen bakterileri fotosentez yapan bakterilerdiler. Mor kükürt bakterileri, hidrojen ve elektron kaynağı olarak su yerine hidrojen sülfür ( $H_2S$ ) kullanır. Bunlarda yan ürün olarak oksijen değil, kükürt oluşur.

Fotosentezde, inorganik maddeni organik maddeye sentezlemek için gerekli olan enerji ışıktan sağlanır. Kemosentezde ise ışık enerjisi gerekmeden organik madde üretilir ve bu reaksiyona için

gerekli enerji; demir, kükürt, hidrojen sülfür, hidrojen, amonyak nitrit, nitrat gibi maddelerin oksitlenmesiyle elde edilir. Keza kemosentez yapan bakteri ve canlılar, klorofile sahip olmadan kendilerine besin sentezleyebilirler. Fotosentez sırasında bakterilerin bazıları H<sub>2</sub>S kullanır. Yani bu bileşiğin fotosentezde hidrojen kaynağı, Kemosentezde ise enerji kaynağı olarak kullanıldığı unutulmamalıdır [140]

Arpa ve buğday gibi tahıllar gurubunda yer alan bitkilerde, % 0.161 kükürt içerirler [8]. Kükürt noksan belirtileri genç yapraklarda klorofil miktarının azaltır, yapraklar dökülüp ve tomurcuk ölür, ayrıca protein sentezi düşer, verim kaybı artmaya başlar. [139]

İstatistiksel olarak arpada maksimum sülfür oranı 15gr / lt Sahra çözeltinde ve ondan az farkla 10g/lt Sahra çözeltinde yetişen yapraklarda anlamlı şekilde(P değeri =0) bulunmuştur(Tablo 4.43).

Böyle bir anlamlı farkın nedeni, Sahra toprağının sulu ortamda güneş ışığının da etkisi ile giderek artan oranlarda sülfat içermesine dayandığı düşünülmektedir ve Sahra çözeltisinde yetişen arpa gruplarında yaprakları daha yeşil ve dökülmeye dayanacaklardır.

**Tablo 4.43.** Arpada maksimum Sülfür Oranı (%), ve ortamlar arasında ANOVA ve Multiple Range Testlerin Sonuçları

Faktör (maksimum Sülfür Oranı (%),değişik ortamlarda )	Ortalama (maksimum Sülfür oranı (%))	Deney tekrarı	Homojen Gruplar	P değeri
Sülfür Oranı (%), Kontrol grup	0,38	3	X	0.00
Sülfür Oranı (%), 5gr / lt Sahra Çözeltisi	0,39	3	XX	
Sülfür Oranı (%), 20gr / lt Sahra Çözelti	0,43	3	XX	
Sülfür Oranı (%), Hewitt (Besi-Ortamı)	0,48	3	XX	
Sülfür Oranı (%), 10gr / lt Sahra Çözelti	0,49	3	X	



Sülfür Oranı (%), 15gr / lt Sahra Çözelti	0,52	3	X
--	------	---	---

#### 4.10. TARTIŞMA

Bu tez çalışması kapsamında kanıtları ile gösterilmiş olan en önemli öğenin bundan sonra hava kalitesi standartlarını değiştirecek olan bir olgunun, yani Sahra tozlarının sadece kil mineral taşınımından ibaret olmadığı gösterilmiştir. Anadolu özelinde kuzeyden gelen hava akımlarının bakteri ve mantardan arınmış olduğu kesin olarak gösterilmiştir. Bunun tam aksi olarak güneyden gelen hava akımlarının hem toz hem de bakteri ve mantarları Anadolu'ya taşıdığı gösterilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalar bu süreçlerde toplumun genelini etkileyen migren alerji solunum yolu rahatsızlıkları gibi semptomlara neden olan bu toz taşınımının ve içerdiği bakteri ve mantarların da atmosferik izlemeye alınması ve toplumun genelini etkilemesi nedeni ile bir hava kalitesi parametresi olarak belki de en önemlisi olarak izlenmesi gereği ortaya çıkmıştır.

Sahra çözeltisi içerisinde bulunan ve ağırlıklı olarak gram negatif türünden olan bakteri ve mantarların sulu ortamda hangi koşullarda geliştiği de incelenmiştir. Bakteri ve mantarların sağlıklı gelişmesi için ideal gelişme ortamı olarak bilinen Wolfe çözeltisi ile yapılan deneyler Sahra çözeltisi üzerine yapılan Wolfe katkısının bakteri ve mantar gelişimini üzerine olumsuz etki yatığını göstermiştir. Bir başka değiş ile Wolfe çözeltisi ideal gelişmeyi destekleyecek veya sürdürecekt doğru bileşiminde değildir. Wolfe çözeltisi içeriği Sahra çözeltisi içeriği ile karşılaştırılmalı ve yeni bir karışım ortaya konulmalıdır.

Hipotezin anlatıldığı gibi Sahra çözeltisini zengin besi ortam yapan temel unsur çöl tozlarında var olan prokaryotlar (bakteri, mantar türleri)'dir. Çünkü mikroorganizmaları yok etmek yöntemiyle (gama ışınlama ), Sahra çözeltisinin mikroorganizmaların arındırıp gübre değeri kayıp olmasını gösterilmiştir.

Sahra toprağının hangi oranlarda kullanılmasının saptanması için çeşitli oranlarda sahra toprağı içeren çözeltiler kullanılarak *Arthrospira platensis* gibi ekonomik değeri de olan alg ile yapılan çalışmalar 10 g/l gibi bir oranın ideal oran olduğunu göstermiştir. Uygulamanın daha büyük

oranlarda yapılması gereği düşünülür ise metreküp suya 10 kg gibi bir toz gerekeceği düşünülmelidir.

Sahra toprağının hangi oranlarda kullanılacağıının saptanması sonrası üç tür alg ile yapılan çalışmalarda Sahra çözeltisinin kesinlikle kabul edilen ideal besi yerlerinden daha iyi gelişme sağladığı bulunmuştur. Sahra çözeltisinin bulut içerisindeki davranış şekli ile içerdiği sülfatın sürekli artması gerçeğinden hareket ile ideal besi yerinden de daha iyi gelişme gösteren karışıma bu sefer sülfat ilavesi yapılmıştır. İlave edilen sülfatın sodyum sülfat şeklinde olması sağlanmıştır. Bunun nedeni sodyum sülfatın deterjanın dolgu maddesi olarak da kullanılan en ucuz ham maddelerden biri olması nedenine dayanmaktadır. Ayrıca alglerin sodyum gereksinimi olmadığı varsayımından hareket edilmiştir. Sahra çözeltisi ile ideal büyümeden daha da iyi gelişme sağlan alglere sülfat ilavesi ile bu gelişmenin daha da iyileştiği görülmüştür. Belki bundan da önemli olarak ideal besi çözeltilerine göre daha kısa zamanda daha çok klorofil a üretimi Sahralı çözeltiler ile sağlanmıştır. Aynı çözeltiliye sülfat ilave edilmesi ile klorofil a üretimi daha da artmıştır. Sülfat ilavesi ile klorofil a üretim süreci daha da kısalmıştır. Günler ile ifade edilen bir hayat süresine sahip alglerin yine gün veya birkaç gün önce daha çok klorofil a üretebiliyor olması bize doğadaki bu potansiyelin tam anlamında kullanılmadığı gerçeğini göstermektedir.

En doğal şekilde doğayı daha hızlı ve daha verimli çalıştırabilmenin anahtarının doğayı anlamak olduğu bu örnekten çok güzel anlaşılabilir.

Besi yeri olarak kullanılan ortamlara ilave olarak yüklenen fosfatın alg gelişimini desteklemediği ve hatta yavaşlattığı gözlenmiştir. Örneğin fosfatın alg gelişimi için olmazsa olmaz veya çok olursa bazı olumsuz etkilere neden olur varsayımı yapılan deneyler ile çürütülmüştür. Başka bir çalışmada sadece  $K_2HPO_4$ 'ün alg üzerinde Beta-karoten miktarında anlamlı şekilde artış etkisine işaret etmiştir [141]. Fosfor fotosentez reaksiyonlarında görev yapan koenzim, NADP (Nikotinamid Adenin Dinükleotit Fosfat) yapısında bulunmaktadır ve ATP'nin sentezlenmesinde ve nükleik asitlerin yapısında yer alır. Enerji taşınım reaksiyonlarında fosfat esterleri önem taşır. [139] Dolaysı ile fosfatın alg gelişimine olumlu etki yapması beklentisi vardır.

Aynı yaklaşım ile ötrofikasyona neden olduğu hakkında hem fikir olunan fosfat katkısının alg gelişmesini azalttığı izlenmiştir. Ancak fosfat içeren evsel atıkların deterjandan kaynaklandığı ve

deterjanın da ana dolgu maddesinin sodyum sülfat olduğu düşünülür ise deneysel sonuçlarımızın doğru olduğu ve ötrofikasyonu atık suya alıcı ortama giren sülfatın neden olduğu anlaşılabilir. Bu olgu deneysel olarak kanıtlanmıştır.

Küresel anlamda “Duckweed” olarak bilinen yurdumuzda su mercimeği olarak tanınan *Lemna minör* bitkisi durgun suların değişmez yeşili olarak küresel anlamda önemi olan bir bitkidir. *L minör* ile yapılan deneylerin en önemli sonucu Sahra çözeltisi içerisinde yaprak sararmasının geciktirilmesi olmuştur. Bu sonuç Sahra içeren çözeltinin klorofilin daha etkin çalışması için uygun koşullar oluşturduğunun bir başka kanıtı olmaktadır.

Arpa gibi ekonomik değeri yüksek ve zor koşullarda da yetişebilen bir tahılın Sahra çözeltisi içerisinde daha iyi gelişme göstermesi ve daha çok azot oranına sahip olması da çok önemli bir sonuçtur. Arpa için tarlalarınızı sulayın önerisi yapılamayacağı veya ekonomik olmayacağı için doğal koşulların daha yakın izlenmesi gereği ortaya çıkmaktadır. Doğal koşullar çöl tozu içeren yağışların varlığını kanıtlar ise o sezon ürününün daha kaliteli olacağı sonucu çıkartılabilir.

## 5. SON DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER

Bilim dünyasının çabası evrenin nasıl oluştuğunu nasıl geliştiğini anlamak ve o proseslere de en doğal şekilde müdahale edebilme sanatını geliştirmek veya geliştirebilmek içindir. Her gün içerisinde yaşadığımız doğa da bunun en yakın ve de iç içe olduğumuz parçasıdır. Günlük yaşamımızda çevremizde süregelen olayları genellikle kavradığımızı ve genel yaklaşımı ile doğadaki olayları ana hatları ile günümüz teknolojisinde bildiğimizi düşünmekteyiz. Ancak bu tez çalışmasında gösterildiği kadarı ile halen iklim kontrolünde ana öge olan denizlerdeki alg patlamasına neden olan olaylar hakkında tam bir bilgi sahibi değiliz. Bulut içerisinde oluşan olaylar ve bunun alıcı ortama etkileri konusunda neredeyse hiç bilgi birikimimizin olmadığını fark ediyoruz. Klorofil a üretimi açısından en önemli üç tür olan *Arthrospira platensis*, *Chlorella Vulgaris* ve *Scenedesmus sp* türü alglerin gelişimlerinde halen ideal besin çözeltisi olarak adlandırılan karışımlar kullanılmaktadır. Ancak Saydam ve Senyuva (2002) tarafından başlatılan tozların bulut içi reaksiyonları sonucunda oluşturdukları karışımın ideal besin çözeltisinden de daha iyi gelişme sağladığı anlaşılmıştır.

Demek ki ideal tabiri en azından şimdilik geçerliliğini yitirmiş bulunmaktadır. Şimdilik yaklaşımı ise atmosfere toz katkısında bulunan tüm kaynaklardan elde edilecek tozların bulut içi davranışları tam anlamı ile incelenmeden, genel bir yargıya varılamayacağından hareket ile denilmektedir.

Doğadaki olayların taklit edilmesi ve alıcı ortama uygulanması ile ideal sıfatı taşıyan çözeltilerden daha da fazla gelişme sağlanmasının yanı sıra her bir alıcı ortamın yapması gereken işi daha da kısa zamanda yapabildiği de gösterilmiştir. Kısa bir zaman diliminde hayatta kalabilen canlıların daha kısa zamanda daha iyi gelişme göstermesi ileride küresel anlamda sonuçları olabilecek doğal süreçlerin kontrol edilebilmesine de olanak tanıyacaktır.

Günümüzde alglerden enerji elde etmek uğraşısı kapsamında alglerin daha verimli olarak güneş enerjisi ve karbon dioksiti proteine çeviriyor olabilmesi daha verimli alg popülasyonlarının üretilmesi ve daha verimli enerji elde edilmesi anlamına gelecektir.

Veya denizlerdeki alg gelişiminin Martin tarafından önerildiği gibi sadece demir eksikliğinden değil doğal toz taşınmışlarından uzak olmaları nedeni ile olgunlaşmaması yaklaşımı o bölgelere

doğal tozlar ile tohumlama yapma ve doğal alg gelişimini Cemiliana hipotezi yaklaşımı ile kontrol edebilme olasılığını yaratacaktır [136].

Sahra tozunun kullanılması ile *Lemna minör* örneğinde görüldüğü gibi kısa bir yaşam sürecinin uzatılması veya yine *Lemna minör* örneğinde olduğu gibi sararmanın geciktirilmesi bize belki de doğadaki canlıları daha uzun yaşatılabilme olasılığının da denenmesi gerektiğini göstermektedir. Yapılan deneyler sonucunda tozların güneş enerjisi ile ortama daha fazla sülfat vermesinden hareket ile geliştirilen deney süreçleri bize sülfatın sanıldığı gibi aksine klorofil a gelişimine olumlu katkıları olduğunu net bir şekilde göstermiştir. Bu etki alglerin Sahralı sudaki davranışlarını dahi etkilemiş ve ideal besi ortamlarına göre çok daha yüksek klorofil a seviyelerine çok daha kısa sürede ulaşılmasını sağlamıştır.

Bu tez çalışması sonunda ABD NASA bilim adamlarının dahi Sahra tozlarının amazon ormanlarındaki etkisini fosfata dayandırma tezi tamamen çürütülmüştür. Sahra tozunda olmayan bir bileşenin Amazona faydalı olması zaten mümkün değildir. Ancak Amazonlara ulaşan tozların her öğlen vakti bulut içerisinden geçerek alıcı ortama inmesi ve on binlerce yıldan bu yana süregelen bu hareket nedeni ile Amazonların oluşması ileri sürülebilir hale gelmiştir. Eğer amazonu amazon yapan öge *Aydan Hanım* arpasındaki gelişmeyi veya alg gelişimindeki gelişmeyi sağlayan prensibe dayanıyor ise bu tez çalışması sonrasında artık istenilen her yerde Amazon türü orman yaratmak mümkün olacaktır.

Bu tez çalışması sonucunda ötrofikasyona neden olduğu sanılan fosfatın aksine neredeyse hiçbir ilave etkisinin olmadığı ancak sülfatın ötrofikasyonda ana neden olduğu ortaya çıkmıştır. Sülfatın örneğin deterjanın ana dolgu maddesi olduğu düşünülür ise doğadaki ötrofikasyon olayı için fosfat katkılarının boşuna suçlanmış olduğu daha iyi anlaşılabilir. Bu tez çalışmasından sonra ötrofikasyon olaylarından etkilenmesi muhtemel yerlerde alınması gereken önlemin fosfat giderimi değil sülfat giderimi olduğu anlaşılabilir. Bu çevre mühendisliğinde dahi yeni bir yaklaşımın oluşmasını sağlayacak bir bulgudur. Örneğin, atık sudaki azot (N) ve fosfor (P)'un alıcı ortamlarda ötrofikasyonu hızlandırdığı ve sucul büyümeyi artırdığı varsayımı ile ileri artırım teknikleri ile azot ve fosforun kontrolü ve deşarjında sınırlandırılma yapılması konusu halen bilinenlere dayanmaktadır. Bu tez çalışması ise ötrofikasyona neden olan ana nedenin fosfat değil, sülfat olduğu gösterilmiştir.

Bu tez çalışması havadan gübre elde edilmesi şeklinde tariflenen Sahra tozlarının günlük hayatta kullanılabilmesi çalışmalarında gerekli olan miktarın da sadece litrede 10 gram sahra tozu olduğunu ortaya koyması açısından da önemlidir.

Sonuç olarak çeşitli kimyasal maddeler kullanılarak yetiştirilen alg kültürlerinin tamamen doğal malzeme olan Sahra tozlu ile yetiştirilmesi mümkündür. Bu yaklaşım halen çeşitli şekillerde ve de toplumu yanılgıya sokan “organik” üretim yaklaşımına da yepyeni bir tarif getirebilecektir. Sahra çözeltilisinde elde edilen verim artışının sülfat katkısı ile daha da ileriye götürülüyor olması ise tam anlamı ile beklenmeyen bir etkidir. Sülfat halen kullanılan gübreler içerisinde bol bulunan bir bileşendir. Örneğin Amonyum sülfat gübresi içerdiği sülfür değil azot için kullanılmaktadır. Halbuki burada bahsi geçen ve etkili olduğu gösterilen sülfat sodyum sülfat tır. Sodyum sülfat ne acıdır ki yararı bilinmediği için potasyum sülfatın ana ham maddesidir. Bu yaklaşım alg kültürlerinin kelimenin tam anlamı ile «organik» olarak yetiştirilmesine olanak tanıyacaktır. Şimdiye kadar hiç denememiş bir yaklaşım ile havadaki bakteri ve mantarların sulu bir ortamda zenginleştirilerek alıcı ortam için «gübre» olarak kullanılabilmesinin önü açılmaktadır.

Bu yaklaşım bilim tarihinde yepyeni bir sayfa açmaktadır ve havanın hangi koşullarda gübre üretebileceği saptanmış olmaktadır. Uygulamanın çok basit olması (sera yanına kurulacak bir havuzun havalandırılması ve suyun belirli aralıklar ile alıcı ortama verilmesi) eğer yeterli olmaz ise tozun kaynağından ithal edilerek bu havuza katılması ve elde edilen çözeltilinin alıcı ortama yağmuru taklit ederek sprey şeklinde verilmesi şeklinde basit, hızlı ve etkili olarak bu yeni yaklaşımın «organik» tarımsal faaliyetlerde kullanılmasını sağlayacaktır.

Eğer doğa bu olayı yapabiliyor ve bu tezde de gösterildiği gibi çeşitli alıcı ortamlar da buna hızlı bir şekilde cevap verebiliyor ise; bizim de bu süreci taklit etmemiz, yoğunlaştırabilmemiz hatta hızlandırabilmemiz mümkündür.

## Kaynaklar

- [1] Hewitt, Sand and water culture methods used in the study of plant nutrition, **1966**.
- [2] Saydam ve Senyuv, «Deserts: Can They Be Potential Suppliers of Bioavailable Iron?,» *Geophysical Research Letters*, cilt 29, no. 11, **2002**.
- [3] Kubilay ve Mace, «Organic Nitrogen in Rain and Aerosol in the Eastern Mediterranean Atmosphere An Association with Atmospheric Dust,» *Geophysical research Atmosphere*, cilt 108 (D10):, no. 4320, **2003**.
- [4] «<http://onlinelibrary.wiley.com>» **2001**. [Çevrimiçi].
- [5] Rogora, Mosello ve Marchetto, «Long-Term Trends in the Chemistry of Atmospheric Deposition in Italy: the Role of Increasing Saharan Dust Deposition,» *Tellus B*, cilt 56, pp. 426-434, **2004**.
- [6] Wetzel, «Biogenic structures in modern slope to deep-sea sediments in the Sulu Sea Basin,» *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, pp. pp. 42.3-4: 285-304, **1983**.
- [7] Mace, Kubilay ve Duce, «Organic Nitrogen in Rain and Aerosol in the Eastern Mediterranean Atmosphere An Association with Atmospheric Dust,» *Journal of Geophysical research Atmosphere*, no. 4320, p. 108, **2003**.
- [8] Kacar, Bitki Fizyolojisi, Ankara: A. Ü. Ziraat Fak., Yayın No: 1447, **2002**.
- [9] Zhuang, «The dissolution of atmospheric iron in surface seawater of the open ocean,» *Journal of Geophysical Research Oceans*, pp. 16207-16216, **1990**.
- [10] Fung, «Climate change variable carbon sinks,» *Science*, cilt 290. (5495), no. 1313, **2000**.
- [11] Tepecik, Kitap Topraksız Tarım ve Bitki Besleme Teknikler, **2016**.

- [12] Yücekutlu, *Sahra Tozunun Elementer Bileşiminin Bazı Buğday Çeşitlerinin Büyüme Parametreleri Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi*, Ankara: Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, **2004**.
- [13] Göral, *Afganistan toprak örneklerinin bazı özelliklerinin incelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara, **2004**.
- [14] Sanin, Arısoy, Tıprıdamaz ve Sydam, «Effect of Saharan Dust on Biodegradation of Phenol by White Rot Fungi.,» *Environmental . Contam.Toxicol*, cilt 75, pp. 466-473, **2005**.
- [15] Yılmaz, *Değişik Toprak Kökenli Doğal Besin Ortamlarının Spirulina Üretimine Etkilerinin Kesikli Reaktörler Kullanılarak İncelenmesi*, H. Ü. Ç. M. B. Yüksek lisans tezi, **2006**.
- [16] Ezzati, *Atmosferik Taşınım Giren Değişik Kaynaklı Toprakların Bitki Gelişimine Etkilerinin Araştırılması*, Doktora Tez Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2009**.
- [17] Kubilay ve Kouvarakis, «Influence of Black Sea and local biogenic activity on the seasonal variation of aerosol sulfur species in the eastern Mediterranean atmosphere.,» *Global Biogeochemi*, **2002**.
- [18] Kraemer, «Iron oxide dissolution of siderophores,» cilt 66, p. 3–18, **2004**.
- [19] Kapur, Saydam, Çavuşgil, Karaman, Atalay ve Özsoy, «Carbonate pools in soils of the Mediterranean: A case study from Anatolia Global Climate Change and Pedogenic Carbonates,» *R. Lal*, **1999**.
- [20] Binnameh, *Libya Toprak Örneklerinin Bazı Özelliklerinin Saptanması*, H. Ü. Ç. M. B. Yüksek lisans tezi, **2006**.
- [21] Gordon ve Martin, «Northeast Pasific iron distributions in relation to phytoplankton productivity,» *Deep Sea Research*, cilt 25, pp. 177-196, **1988**.



- [22] Edwards, Sedwick ve Morgan, «Iron in ice cores from Law Dome, East Antarctica: implications for past deposition of aerosol iron.,» *Annals of Glaciology*, cilt 27, p. 365–370, **1998**.
- [23] Moore, Doney ve Michaels, «Nitrogen fixation amplifies the ocean biogeochemical response to decadal timescale variations in mineral dust deposition,» no. Nitrogen fixation amplifies the ocean biogeochemical response B, 58, p. 60–572, **2006**.
- [24] Tsuda ve Takeda, «A mesoscale iron enrichment in the western Subarctic Pacific induces a large centric diatom bloom,» *Science*, cilt 300, pp. 958-961, **2003**.
- [25] Johnson, Chavez ve Buesseler, «Southern Ocean Iron Enrichment Experiment (SOFEX): carbon cycling in high- and low-Si waters,» *Science*, cilt 304, p. 408–414, **2004**.
- [26] Chadwick, Derry ve Vitousek, «Changing sources of nutrients during four million years of ecosystem development,» cilt 397, no. 6719, pp. 491-497, **1999**.
- [27] Okin, Mahowald, Chadwick ve Artaxo, «Impact of desert dust on the biogeochemistry of phosphorus in terrestrial ecosystems,» *Global Biogeochemical Cycles*, no. Cycles 18 (2): Art. No. GB2005 APR 21, **2004**.
- [28] Aytekin, *Sözlü Görüşme*, Hacettepe Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü. 06800, Beytepe - Ankara, **2005**.
- [29] «Japan Aerospace Exploration Agency / Earth Observation Research Center <http://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP/>» [Çevrimiçi].
- [30] Garcia, Feixue, Sedwick ve Hutchins, «Iron deficiency increases growth and nitrogen-fixation rates of phosphorus-deficient marine cyanobacteria» *deficient marine cyanobacteria.*, cilt 9, pp. 238-245, **2015**.

- [31] Guerzoni ve Elisabetta, «Shelf-life modelling for fresh-cut vegetables. Postharvest Biology and Technology,» *Postharvest Biology and Technology*, pp. 195-20, **1996**.
- [32] Yang, Jie ve Jian, «Study on the analysis and distribution of dimethylsulfoxide in the Jiaozhou Bay Key Laboratory of Marine Chemistry Theory and Technology, Ministry of Education, College of Chemistry and Chemical Engineering, Ocean University of China, Qingdao», **2011**.
- [33] Ceylan, *Deniz ortamındaki alg patlamaları ile çöl kökenli tozlar arasındaki olası bağlantının küresel anlamda izlenmesi*, Doktora Tezi Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2016**.
- [34] Griffin, Kubilay, Koçak, Gray, Borden ve Shinn, «Airborne desert dust and aeromicrobiology over the Turkish Mediterranean coastline,» *Atmos. Environ.*,» *Atmos. Environ*, cilt 41, no. 19, p. 4050–406, **2007**.
- [35] Glavin ve Schubert, «Detecting pyrolysis products from bacteria on Mars,» *Earth Planetary Sci. Lett*, cilt 185, pp. 1-5, **2001**.
- [36] Griffin, Kellogg ve Christina, «Dust storms and their impact on ocean and human health: dust in Earth's atmosphere,» *EcoHealth*, cilt 1.3, pp. 284-295, **2004**.
- [37] Griffin ve Kellogg, «The global transport of dust,» *Am. Sci*, cilt 90, no. 3, pp. 228-235, **2002**.
- [38] Griffin, «Atmospheric movement of microorganisms in clouds of desert dust and implications for human health,» *Clin. Microbiol. Rev*, cilt 20, no. 3, pp. 459-477, **2007**.
- [39] Griffin, «Terrestrial Microorganisms At An Altitude Of 20,000 M In Earth's Atmosphere, United States Geological Survey, Center for Coastal and Watershed Studies, Petersburg, FL 33701, USA,» cilt 20, no. 175, pp. 135-140, **2004**.

- [40] Nagata, Fukuda ve Kawaguchi, «D-amino acid contents of mitochondria and some purple bacteria,» cilt 12, pp. 109-113, **2001**.
- [41] Whitman, Coleman ve Wiebe, «“Prokaryotes: the unseen majority,» *Proc Natl Acad Sci U S A*, cilt 95, no. 12, p. 6578–6583, **1998**.
- [42] Doganay, «African dust-laden atmospheric conditions activate the trigeminovascular system,» *Cephalalgia*, cilt 29, no. 10, p. 1059–1068, **2009**.
- [43] Aghlara, *İç ve dış ortamlarda biyoaerosol seviyeleri ve kaynaklarının tespiti*, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2017**.
- [44] SAYDAM, Havadan Tozdan, **2010**.
- [45] Thao, Linh ve Hill, «Isolation and Selection of Microalgal Strains from Natural Water Sources in Viet Nam with Potential for Edible Oil Production,» *Marine drugs*, pp. 15(7), 194, **2017**.
- [46] Santos, Moreira ve Kunigami, «Comparison between several methods of total lipid extraction from *Chlorella vulgaris*,» *Raquel Rezende dos Santos Ultrason Sonochem*, cilt 22, pp. 95-99, **2015**.
- [47] Maity, *Microalgae for third generation biofuel production, mitigation of greenhouse gas emissions and wastewater treatment*, **2014**.
- [48] Stanier, Kunisawa, Mandel ve Cohen, «Purification and properties of unicellular blue-green algae (Order Chroococcales),» cilt 35, pp. 171-205, **1971**.
- [49] Andersen, «BBM -Medium, UTEX -The culture collection of algae at the University of Texas at Austin,» *Elsevier Academic Press, London*, cilt 578, pp. 1-106, **2005**.
- [50] Halawlaw ve Yacoub, *Comparison between several methods of total lipid extraction from *Chlorella vulgaris* biomass*, **2014**.

- [51] Madkour, Kamil ve Nasr, «Production and Nutritive Value of *S. platensis platensis* in Reduced Cost Media,» *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, cilt 38, no. 1, pp. 51-57, **2012**.
- [52] Cuellar, Parra ve Saldivar, «Deodorization of *Arthrospira platensis* biomass for further scale-up food applications *J Sci Food Agric*,» cilt 97, no. 1, pp. 5123-5130, **2017**.
- [53] Elcik, Harun, Çakmakçı ve Mehmet, «Mikroalg üretimi ve mikroalglerden biyoyakıt eldesi,» *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, cilt 32, no. 3, pp. 795-820, **2017**.
- [54] Lupatini, Anne, Bispo ve Larissai, «Protein and carbohydrate extraction from *S. platensis* biomass by ultrasound and mechanical agitation.,» *Food Research International*, cilt 99, no. 3, pp. 1028-1035, **2017**.
- [55] Posada, Brentner, Ramirez ve Patel, «Conceptual design of sustainable integratedmicroalgae biorefineries: parametricanalysis of energy use, greenhouse gas emissions and techno-economics,» *Algal research*, cilt 17, pp. 113-130, **2016**.
- [56] Richmond, *Handbook of Microalgal Mass Culture*, CRC Press, Boca Raton, **1986**.
- [57] Shimamatsu ve Katoh, «Anti-tumor agent and method of treatment therewith,» *U.S. Patent Pending*, pp. 1150, **1982**.
- [58] Zhang, Lin, Sun ve Deng, «Chemo- and radio-protective effects of polysaccharide of *S. platensis platensis* on hemopoietic system of mice and dogs,» *Acta Pharmacologica Sinica*, cilt 22, no. 12, pp. 1121-1124, **2001**.
- [59] Mıshıma, Toyoshıma ve Fujii, «Inhibition of tumor invasion and metastasis by calcium spirulan (Ca-SP), a novel sulfated polysaccharide derived from blue-green alga, *S. platensis patensis*.Clinical and Experimental Metastasis,» *Clinical and Experimental Metastasis*, cilt 16, no. 60, pp. 541-500, **1998**.

- [60] Efremenko, «Production of biofuels from pretreated microalgae biomass by anaerobic fermentation with immobilized *Clostridium acetobutylicum* cells. Bioresource technology,» *Bioresource technology*, cilt 114, pp. 342-348, **2012**.
- [61] Mühling ve Belay, «Screening *Arthrospira* (*S. platensis*) Strains for Heterotrophy,» *Journal of Applied Phycology*, cilt 17, no. 2, pp. 129-135, **2005**.
- [62] Belay ve Shimamatsu, «Current Knowledge on Potential Health Benefits of *S. platensis*,» *Journal of applied Phycology*, cilt 5, no. 2, pp. 235-241, **1993**.
- [63] Yiğenoğlu ve Yudum, *Spirolina platensis*'in domatesteste bakteriyel solgunluk hastalığının biyolojik mücadelesinde kullanım olanakları, Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Adana, **2015**.
- [64] Fadl ve Elsadany, «Contribution of microalgae-enriched fodder for the Nile tilapia to growth and resistance to infection with *Aeromonas hydrophila*,» *Algal Research*, cilt 27, pp. 82-88, **2017**.
- [65] Gökhan ve H. Bayram, *Bakır sülfat uygulanan gökkuşuğu alabalığı (Oncorhynchus mykiss, Walbaum,1792)'nda bazı immun ve antioksidan parametrelere S. platensis'nin etkisinin arasteril ması*, Doktora tezi..Fırat Üniversitesi . Fen Bilimleri Enstitüsü Elazığ, **2015**.
- [66] Chang ve Chen, «Engineering strategies for simultaneous enhancement of C-phycoyanin production and CO<sub>2</sub> fixation with *Spirulina platensis*. Bioresource technology,» *Bioresource technology*, cilt 145, pp. 307-312, **2013**.
- [67] Jiang ve Han, «The feasibility of using complex wastewater from a monosodium glutamate factory to cultivate *Spirulina subsalsa* and accumulate biochemical composition,» *Bioresour. Technol*, cilt 180, p. 304–310, **2015**.

- [68] Zhou, Weizhi, Yating, Gao, Yizhan, Zhao ve Haixia, «Nutrients removal and recovery from saline wastewater by *Spirulina platensis* School of Environmental Science and Engineering,» *Shandong University, Jinan, Shandong 250100, China*, **2017**.
- [69] Lu, Qian, Liu ve Hui, «Pretreatment of brewery effluent to cultivate *Spirulina* sp. for nutrients removal and biomass production,» cilt 76, no. 7, pp. 1852-1866, **2017**.
- [70] Yakhdansaz, *Spirulina platensis* İle Çeşitli Boyaların Renk Giderimlerinin Araştırılması, *Spirulina platensis* İle Çeşitli Boyaların Renk Giderimlerinin Araş Yüksek Lisans Tezi Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara, **2015**.
- [71] Dauqan ve Sani, «Effect of different vegetable oils (red palm olein, palm lein, corn oil and coconut oil) on lipid profile in rat,» *Food Nut. Sci*, cilt 2, p. 253–258, **2011**.
- [72] Guoz ve Tong, «The interactions between *Chlorella vulgaris* and algal symbiotic bacteria under photoautotrophic and photoheterotrophic conditions,» *J Appl Phycol*, cilt 26, p. 1483-1152, **2014**.
- [73] Beijerinck, «Culturversuche mit Zoochlorellen, Lichenengonidien und anderen niederen Algen, *Botanische Zeitung*,» cilt 47, pp. 725-739, 741-754, 757-768, 781-785, **1990**.
- [74] Vecina, Oliveira ve Araujo, «*Chlorella* modulates insulin signaling pathway and prevents high-fat diet-induced insulin resistance in mice,» cilt 95, no. 1, pp. 45-52, **2014**.
- [75] MA, Alam, Wan ve Chang, «Enhanced removal of Zn(2+) or Cd(2+) by the flocculating *Chlorella vulgaris*,» cilt 289, pp. 38-45, **2015**.
- [76] Queiroz, Souza, Blasco, Marín ve Gagliano, «*Chlorella vulgaris* reduces the impact of stress on hypothalamic-pituitary-adrenal axis and brain c-fos expression,» cilt 65, pp. 1-8, **2016**.
- [77] Vecina, Oliveira ve Araujo, «*Chlorella* modulates insulin signaling pathway and prevents high-fat diet-induced insulin resistance in mice,» *Life Sci*, cilt 95, no. 1, pp. 45-52, **2014**.

- [78] Deng, Paerl ve Zhang, «Effects of nutrients, temperature and their interactions on Spring phytoplankton community succession in Lake Taihu,» *China. PLoS ONE*, cilt 9, **2014**.
- [79] SonD.T, «Initial Observation about Lipids and Nutrients of Some Microalgal Strains Originated in Viet Nam,» *Sci. Technol. Inf. (STNFO)*, cilt 11, p. 29–31, **2014**.
- [80] Sydney ve Sturm, «Potential carbon dioxidefixation by industrially important microalgae,» *Bioresour. Technol*, cilt 101, p. 5892–5896, **2010**.
- [81] Um ve Kim, «A chance for Korea to advance algal-biodiesel technology,» *Biodiesel Technology. J. Ind. Eng. Chem*, cilt 15, p. 1–7, **2009**.
- [82] Ilman, Scragg ve Shales, «Increase in Chlorella strains calorific values when grown in low nitrogen medium,» *Bioresour Technol*, cilt 99, pp. 4717-4722, **2007**.
- [83] Spolaore, Joannis-Cassan, Duran ve Isamber, «Microalgae for biodiesel production and other applications: A review. Renew.,» *Commercial applications of microalgae. J. Biosci. Bioeng.*, cilt 101, p. 87–96, **2006**.
- [84] SARAYLOO ve EHSAN, *Application of random mutagenesis to enhance lipid productivity in Chlorella vulgaris*, Doktora Tezi.Koç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü , **2016**.
- [85] Ergün ve Daşgan, «Su kültüründe yetisteril en kıvrıkcık marul bitkisinde mikroalg (Chlorella vulgaris) uygulamasının etkileri,» %1 içinde 9. *Ulusal Sebze Tarımı Sempozyumu*, **2012**.
- [86] Bayram, *Adıyaman koşullarında bazı bitki aktivatörlerinin Galia C8 ve Kırkağaç 637 kavun çeşitlerinde verim, kalite, bitki büyümesi ve beslenme durumuna etkileri.*, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, **2014**.
- [87] Alhamdi, *Spirulina platensis ve Chlorella vulgaris ile boyar madde giderimi*, Yüksek lisans tez.Gazi Üniversitesi .Fen Bilimleri Enstitüsü Ankara, **2017**.

- [88] Tuğcu ve Gülçin, *Assessment and in silico modelling of the toxicity of selected emerging pollutants to Chlorella vulgaris*, Doktora tezi. Boğaziçi Üniversitesi, Çevre Bilimleri Fen Bilimleri Enstitüsü.İstanbul, **2017**.
- [89] Welter ve Schwenk, «Minimal medium for optimal growth and lipid production of the microalgae Scenedesmus dimorphus,» *Environmental Progress & Sustainable Energy*, cilt 32, no. 4, pp. 937-945, **2013**.
- [90] Zhao, Sun, Hu ve Zhang, «Performance of three microalgal strains in biogas slurry purification and biogas upgrade in response to various mixed light-emitting diode light wavelengths,» *Bioresource Technology*, pp. 338-345, **2015**.
- [91] Dhanpal, «Studies on Extraction and Physico-chemical analysis of novel algae Scenedesmus sp YACCYB70 oil. RESEARCH JOURNAL OF PHARMACEUTICAL BIOLOGICAL AND CHEMICAL SCIENCES,» cilt 8, no. 4, pp. 300-304, **2017**.
- [92] Anh, Nhi, Hoa ve Van, «Effect of different drying methods on total lipid and fatty acid profiles of dried Artemia franciscana biomass,» *Can Tho University Journal of Science*, Cilt %1 / %21, 1–9, **2015**.
- [93] Şentürk ve Tuğba, *Bazı ağır metal ve nutrientler üzerinde Chlorella vulgaris ve Scenedesmus sp (Chlorophyta)'nin adsorban etkisinin araştırılması*, Doktora tez Celal Bayar Üniversitesi .Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa, **2017**.
- [94] Ağırman, *Chlorella vulgaris ve Scenedesmus acutus'un gelişimi, pigment oluşumu, lipit ve protein içeriği üzerine farklı stres faktörlerinin etkileri.*, Doktora tez: Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Elazığ, **2015**.
- [95] Kara, *Farklı Besin Ortamlarının (Chlorella vulgaris, Scenedesmus acutus, Saccharomyces cerevisiae) CHIRONOMIDAE TÜRLERİNGİN (Chironomus plumosus (L., 1758), Chironomus anthracinus Zett., 1860 ve Halocladus (H.) fucicola Gelişme Süreci ve Biokimyasal Özellikleri*, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.Elgaz, **2012**.



- [96] Garnier ve Gascuel, «Assessing the impact of agricultural pressures on N and P loads and eutrophication risk,» cilt 48, pp. Pages 396-40, **2015**.
- [97] Gölerin ve H. Cüce, *Trofik seviyelerinin değişiminde sedamdan tabakasının rolü ve su kalitesinin izlenmesi ve değerlendirilmesinde coğrafi bilgi sistemlerinin uygulaması*, Ondokuz Mayıs Üniversitesi OMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre, **2016**.
- [98] Cabrerizo, Carrillo, Villafaña and Helbling, "Current and predicted global change impacts of UVR, temperature and nutrient inputs on photosynthesis and respiration of key marine phytoplankton groups," *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, vol. 461, pp. 371-380, **2014**.
- [99] Revilla ve Garmendia, «Phytoplankton composition indicators for the assessment of eutrophication in marine waters: Present state and challenges within the European directives,» *Marine Pollution Bulletin*, cilt Phytoplankton composition indicators for the assessment of eutrophication in marine waters: Present sta66, no. 2, pp. 7-16, **2013**.
- [100] Hickey ve Gibbs, «Lake sediment phosphorus release management Decision support and risk assessment framework,» *New Zaland Journal of Marine and Freshwater Research*, cilt 43, p. 819–856, **2009**.
- [101] Flynn ve Suplee, «Draft Using a Computer Water Quality Model to Derive Numeric Nutrient Criteria.Lower Yellowstone River,» *Montana Departmet of Environmental Quality*, p. 274, **2011**.
- [102] Fang ve Yang, «Water eutrophication in Li-Yang Reservoir and its ecological remediation countermeasures,» *Journal of Soil and Water Conservation*, cilt 18, no. 6, pp. 183-186, **2004**.
- [103] Ogawa ve Mostofa, «Factors Mechanisms and possible solutions to pollutants in marine ecosystems, Environmental Pollution, 182: 461-478, 2013.,» *Environmental Pollution*, cilt 182, pp. 461-478, **2013**.

- [104] Yetik, *Atık Suların Yapaysulak Alanlarda Arıtımının Dencelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, **2008**.
- [105] Yılmaz, *Atıksularından Su Mercimeği (Lemna Minor L) Nütrient Giderimi*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi .Konya, **2004**.
- [106] Iram, Ahmad, Riaz ve Zahra, «Treatment of wastewater by lemna minor,» *Pakistan Journal of Botany*, cilt 44, no. 2, p. 553–557, **2012**.
- [107] Topal ve Karagözoğlu, «Bazı Su Mercimeklerinin.Nütrient Gideriminde Kullanımı,» *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Cilt %1 / %22,4, pp. 1-5, **2011**.
- [108] Üçüncü, *Su mercimeği kullanarak farklı konsantrasyonlardaki ağır metal karışımlarının laboratuvar ortamında biyoremediasyonu*, A.Ü. Fen Bilimleri Ens. Yüksek Lisans Tezi. Ankara, **2011**.
- [109] Balcıgil, *Nutrient and heavy metal removal from domestic wastewater by using duckweed*, M.Ü Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, **2013**.
- [110] Zhang ve Chen, «The logistic growth of duckweed(Lemna minor) and kinetics of ammonium uptake,» *Environmental Technology*, cilt 35, no. 5–8, p. 562–567, **2014**.
- [111] Axtell ve Sternberg, «Lead and nickel removal using Microspora and Lemna minor,» *Bioresource technology*, cilt 98, no. 1, pp. 41-48, **2003**.
- [112] Yılmaz ve Akbulut, «Effect of circulation on wastewater treatment by Lemna gibba and Lemna minor (floating aquatic macrophytes). International journal of phytoremediation, 13(10), 970-984.,» *International journal of phytoremediation*, cilt 13, no. 10, pp. 970-984, **2011**.

- [113] Sekomo, Rousseau ve Saleh, «Heavy metalremoval in duckweed and algae ponds as a polishing step for textile wastewater treatment,» *Ecological Engineering*, cilt 44, pp. 102-110, **2012**.
- [114] Tatar ve Öbek, «Potential of Lemna gibba L. and Lemna minor L. for accumulation of Boron from secondary effluents,» *Ecological Engineering* , cilt 70, p. 332–336, **2014**.
- [115] Şaşmaz, *Lemna gibba L. ve Lemna minor L. ' ün galeri suyundaki bazı ağır metalleri alım kapasitelerinin karşılasterilmesi*, F.Ü. Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisans Tezi. 49 s. Elazığ, **2014**.
- [116] Bulletin ve Extension, «Malting Barley Production in Michigan Authors,» *Ashley McFarland, Director, Upper Peninsula Research and Extension Center – Michigan State University*, **2014**.
- [117] Hamilton, Doll ve Robertson, *The Ecology of Agricultural Landscapes: Long-Term Research on the Path to Sustainability*, Oxford University Press, New York, **2015**.
- [118] Agegnehu, Nelson ve Bird, «Crop yield, plant nutrient uptake and soil physicochemical properties under organic soil amendments and nitrogen fertilization on Nitisols,» *Soil Tillage Res*, cilt 160, p. 1–13, **2016**.
- [119] Brewers-Association, *Malting Barley Characteristics for Craft Brewers*, Brewers Association, **2016**.
- [120] PEDDIE ve H. AB, «Ester formation in brewery fermentations,» *Journal of the Institute of Brewing*, cilt 96, pp. 327-331, **1990**.
- [121] Güler ve Safure, *Türkiye'nin Kışlık Dilimine Uygun Maltlık Arpa Çeşit ve Çevrelerinin Belirlenmesi*, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, **2012**.

- [122] Tongarlak ve Şengül, *Farklı buğday ve arpa varyetelerinin kadmiyuma tepkilerinin belirlenmesi*, Doktora Tezi ,Selçuk Üniversitesi ,Fen Bilimleri Enstitüsü , Konya, **2010**.
- [123] GARCIA ve L. , *Clinical microbiology procedures handbook*, American Society for Microbiology Press, **2010**.
- [124] Agaoğlu ve Çelik, *Genel Bahçe Bitkileri*, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No: 4, 369, **1995**.
- [125] Chandra ve Mani, «A study of 2 rapid tests to differentiate Gram positive and Gram negative aerobic bacteria. *Journal Medicine Allied Science*,» *Journal Medicine Allied Science*, cilt 1.2, pp. 84-85, **2011**.
- [126] Hellebustb, Johan, Janet ve Craigie, *Handbook of phycological methods: physiological and biochemical methods*, Cambridge University Press, **1978**.
- [127] Ineshkumar, Narendran ve Sampathkumar, *Cultivation of Spirulina platensis in different selective media*, **2016**.
- [128] Anonim, *Organisation For Economic Co-Operation And Development*, Guidelines for the testing of chemicals Lemna sp. Growth inhibition test, **2002**.
- [129] WILLIAMS ve Diane, *WATER QUALITY STATUS AND TRENDS IN THE CLARK FORK-PEND OREILLE WATERSHED*, **2009**.
- [130] Cleuvers ve Ratte, *Phytotoxicity of coloured substances: is Lemna Duckweed an alternative to the algal growth inhibition test?*, 49.1;9-15, **2002**.
- [131] Ellis, «Photothermal Time for Flowering in Faba Bean (*Vicia faba*) and the Analysis of Potential Vernalization Responses,» *Ann. Bot., January 61: 73 - 82.*, cilt 61, pp. 73 - 82, **1988**.

- [132] Lichtenthaler ve Rinderle, «Chlorophyll fluorescence signatures as vitality indicator in forest decline research. In: Applications of Chlorophyll Fluorescence in Photosynthesis Research, Stress Physiology, Hydrobiology and Remote Sensing.,» *Springer, Dordrecht*, pp. 143-149, **1988**.
- [133] Güllü, *Sözlü görüşme*, Hacettepe Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Beytepe 06800, Ankara, **2008**.
- [134] Kelman, «The triggers or precipitants of the acute migraine attack,» *Cephalalgia*,» cilt 27, no. 5, pp. 394-402, **2007**.
- [135] Habibazarfard, *İç Ortam Hava Kalitesinin Poyrazmatik İle İyileştirilm*, Yüksek Lisans Tez, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2017**.
- [136] Mijic ve Tasic, «Atmospheric Aerosols and Their Influence on Air Quality in Urban Areas,» *Fact Univ. Ser.Physics, Chem.Technol*, cilt 4, no. 1, pp. 83-91, **2006**.
- [137] Naves, «Measurement of biofilm formation by clinical isolates of Escherichia coli is method-dependent. Journal of applied microbiology,» *Journal of applied microbiology*, cilt 105, no. 2, pp. 585-590, **2008**.
- [138] Rousk ve Baath, «Fungal and bacterial growth in soil with plant materials of different C/N ratios,» *FEMS Microbiology Ecology*, cilt 62, no. 3, pp. 258-267, **2007**.
- [139] FERNÁNDEZ, SOTIROPOULOS ve BROWN, *Foliar fertilization: scientific principles and field practices*, Paris; France: International Fertilizer Industry Association, **2013**.
- [140] DECOTEAU ve Dennis, « Environmental Factors and Technology in Growing Plants,» *Principles of plant science*, pp. 49-66, **2005**.

- [141] NEMATZADEH ve e. al, « Evaluating Effect of Di-potassium Hydrogen Phosphate (K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>) on Accumulation of Some Secondary Metabolites in Spirulina cyst,» *Journal of Ecosystem & Ecography*, cilt 5; 1, **2015**.
- [142] [Çevrimiçi]. Available: <http://www.havaizleme.gov.tr>.
- [143] Garcia, Feixue, Sedwick ve Hutchins, «Iron deficiency increases growth and nitrogen-fixation rates of phosphorus-deficient marine cyanobacteria.,» no. 9(1), p. 238–245, **2015**.
- [144] Thao, T. Yen, Linh ve Taylor, «Carter 2 and Russell T. Hill 2, Isolation and Selection of Microalgal Strains from Natural Water Sources in Viet Nam with Potential for Edible Oil Production Mar,» pp. 157-194, **2017**.
- [145] L. O. B. Anne Luize Lupatini, «Protein and carbohydrate extraction from *S. platensis* biomass by ultrasound and mechanical agitation.,» *Food Research International*, cilt 99, no. 3, pp. 1028-1035, **2017**.

# ÖZGEÇMİŞ

## Kimlik Bilgileri

Adı - Soyadı: Adeleh RASHIDI

Doğum Yeri: IRAN-Tabriz - 1977

Medeni Hali: Bekar

E-posta : [adeleh\\_RASHIDI2@yahoo.com](mailto:adeleh_RASHIDI2@yahoo.com), [adeleh@hacettepe.edu.tr](mailto:adeleh@hacettepe.edu.tr)

Adres: ÜNİVERSİTELER MAH.1596. CAD HACETTEPE KAMPÜSÜ D:3, 1596  
Çankaya/Ankara

## Eğitim ve Akademik Durumu

Lisans: 1997- 2001, Tabriz Üniversite – IRAN, Ziraat Mühendisliği (Toprak Bilimi ve Bitki Besleme) Bölümü

Yüksek Lisans:2005-2007, Gorgan Ziraat Ve Doğa Kaynaklar Üniversite – IRAN Doğal Kaynak Mühendisliği Bölümü

Doktora: 2010-2018, Hacettepe Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü

## Yabancı Dil ve Düzeyi

İngilizce: (Çok İyi)

Türkçe: (Çok İyi)

Farsça: (İleri Seviye)

Azerice: (İleri Seviye)

Arapça: (İyi)

Osmanlıca: (İyi)

## İş Deneyimi

2003 -2005: Görev yeri: Tabriz Belediyesi –IRAN, Görev: Kontrol Mühendisi

2007-2008: Görev yeri: Memaghan Azad Üniversite, Tabriz-İRAN, Görev: Öğretim Üyesi

2007-2008: Görev yeri: Dubai Belediyesi – UAE, Görev: Kontrol Mühendisi

2015-2017: TÜBİTAK Projesi (No: 114Y143 ) Karbon Dioksit ve Metan'ın Bulut İçi Doğal Oluşum Mekanizmalarının İncelenmesi

### **Deneyimi Alaları**

Araştırma - Proje Koordinatörlüğü

### **Tezden Üretilmiş Projeler ve Bütçesi**

-

### **Tezden Üretilmiş Yayınlar**

Adeleh Rashıdı, Seyda Fikirdesici Ergen, A. Cemal Saydam, Ahmet Altındag. 2018. The Impact Of Different Growth Media On The Phytoremediation Of Cu By Both Lemnaminor And Atmospheric Dust (Under Review).

### **Tezin Bilime Katkısı**

Bu tez çalışma “havadan gübre” yapılmasının mümkün olacağını ve daha çok enerjinin depolanmasını sağlayacak bir yöntemin de keşfedildiğini gösteren bir ilktir.

### **Tezden Üretilmiş Tebliğ ve/veya Poster Sunumu ile Katıldığı Toplantılar**

Adeleh Rashıdı, Aydın Akbulut and A. Cemal Saydam 2015. The impact of different growth media on the algae development: an association with atmospheric dust. The International Congress on Civil and Environmental Engineering, ICOCEE-CAPPADOCIA May 20-30, 2015 Nevisehir, TURKEY, p: 380



Adeleh Rashıdı, Aydın Akbulut ve A. Cemal Saydam. 2016. Değişik Besi Ortamlarının Alg Büyümesindeki Etkisi: Atmosferik Toz İlişkisi. Ulusal Alg Teknolojisi Sempozyum, 24-27 Mayıs 2016, İZMİR-Turkiye

Adeleh RASHIDI, Seyda Fikirdesici Ergen, A. Cemal Saydam, Ahmet Altındağ. 2017. Lemna minor'un bakır kirliliğinde kullanımı: Atmosferik Toz İlişkisi. 12. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi. 5-7 Ekim 2017, Ankara Türkiye.





HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA

Tarih: 10/09/2018

Tez Başlığı / Konusu: Havadan GÜBRE OLUŞTURULMASI

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 153 sayfalık kısmına ilişkin, 10/09/2018 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 4 'tür.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1- Kaynakça hariç
- 2- ~~Alıntılar hariç~~/dâhil ✓
- 3- 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Tarih ve İmza

Adı Soyadı: Adeleh RASHIDI  
Öğrenci No: N10245656  
Anabilim Dalı: Çevre Mühendisliği  
Programı: Çevre Mühendisliği  
Statüsü:  Y.Lisans  Doktora  Bütünleşik Dr.

**DANIŞMAN ONAYI**

UYGUNDUR.

Prof. Dr. AHMET CEMAL SAYDAM

(Unvan, Ad Soyad, İmza)