

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ (BAP)
PROJE KESİN RAPORU

PROJE KODU	05/2015-08
PROJE TÜRÜ	() Bağımsız Bilimsel Araştırma Projesi (BAP) () Yüksek Lisans (x) Doktora () Tıpta Uzmanlık () Altyapı Projeleri () Çok Disiplinli Araştırma Projeleri () Sanayi İşbirliği Projeleri
PROJE ADI	ÇEŞİTLİ BİTKİ BESİN ELEMENTLERİ İÇEREN HİDROJELLERİN KONTROLLÜ GÜBRE SALIM SİSTEMİ OLARAK GELİŞTİRİLMESİ VE ETKİNLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI
PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ	PROF.DR. MEHLİKA PULAT
PROJE EKİBİ	GÜLEN OYTUN AKALIN
FAKÜLTE/ENSTİTÜ/YÜKSEK OKUL	FEN
BÖLÜM/ANABİLİM/BİLİM DALI	KİMYA/FİZİKOKİMYA/POLİMER
RAPOR YILI	2017
RAPOR DÖNEMİ	() 30 HAZİRAN () 31 ARALIK

17 sayfadan oluşan bu rapordaki bilgilerin/belgelerin doğruluğunu kabul ediyorum.

Tarih : 23.10.2017

İmza :

1. PROJE RAPORU.....	3
2.PROJE BÜTÇESİ ÖZET BİLGİLERİ.....	11
3.PROJE ÇIKTILARI.....	11
4. PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ TARAFINDAN YAPILACAK GENEL DEĞERLENDİRME.....	12
5. EKLER.....	13

1. PROJE RAPORU

ÖZET

Sunulan çalışmada, çeşitli mikro besin elementleri içeren sodyum karboksimetil selüloz (NaCMC) ve kappa-karragenan (κ -Karragenan) hidrojel sistemlerinin üretimi ve tarımsal amaçlı kullanılabilirlikleri araştırıldı. Çalışmanın birinci kısmında, FeCl_3 iyonik çapraz bağlayıcısı kullanılarak ve polimer/çapraz bağlayıcı miktarları değiştirilerek 12 farklı NaCMC hidrojeli sentezlendi. Çalışmanın ikinci kısmında; farklı miktarlarda glutaraldehit (GA) içeren 6 farklı κ -Karragenan hidrojelleri kimyasal çapraz bağlanma yöntemiyle elde edildi. Üretilen NaCMC ve κ -Karragenan hidrojellerinin oluşum yüzdeleri belirlendikten sonra hidrojellerin şişme davranışları zamana, sıcaklığa ve pH'ya karşı incelendi. Hidrojellerin bozunma deneyleri 30°C de ve pH=7,0 de yapıldı. Ayrıca hidrojellerinin FTIR ve SEM analizleri de gerçekleştirildi. NaCMC hidrojellerinin EDAX analizi, Fe^{3+} içeriğini saptayabilmek amacıyla yapıldı. SEM analizlerinden NaCMC hidrojellerinde tanecikliliğin ve gözenekliliğin çoğunlukla nano boyutta olduğu, κ -Karragenan hidrojellerinin gözenekliliğinin ise mikro boyutunda olduğu saptandı. Çalışmanın üçüncü kısmında; bakır, çinko ve mangan mikro besin elementleri, seçilen dört çeşit NaCMC ve üç çeşit κ -Karragenan hidrojellerine emdirme yöntemiyle yüklendi ve atomik absorpsiyon spektrometresi (AAS) ile in vitro, model ve toprak salım çalışmaları gerçekleştirildi. Çalışmanın son aşamasında; tarımsal uygulamaya örnek olmak amacıyla Zn^{2+} , Cu^{2+} ve Mn^{2+} yüklü bir NaCMC ve bir κ -Karragenan hidrojellerinin buğday çim gelişimine etkisi araştırıldı. Genel olarak kullanılan mikro besin elementleri miktarı arttıkça, fide çıkış sayısı, fide boyu, gelişme ve uzama verimlerinin de önemli miktarda arttığı belirlendi.

ABSTRACT

In this study, the production and the agricultural usability of sodium carboxymethyl cellulose (NaCMC) and kappa-carrageenan (κ -Carrageenan) hydrogel systems containing various micronutrients were investigated. In the first part of the study, 12 different NaCMC hydrogels were synthesized by using FeCl_3 ionic crosslinker with changing polymer and crosslinker amounts. In the second part of the study, κ -Carrageenan hydrogels containing 6 different amounts of glutaraldehyde (GA) were synthesized with the chemical crosslinking method. The gel formation percentages of all produced hydrogels were determined then the swelling behaviors of hydrogels were investigated against time, temperature and pH. The degradation test of hydrogel was carried out at 30°C pH=7.0. Moreover, hydrogels were analyzed with FTIR and SEM/EDAX. EDAX analysis of NaCMC hydrogels were performed in order to determine the contents of Fe^{3+} . According to the SEM analysis, it was determined that granularity and porosity of the NaCMC hydrogel were mostly in the nanosize in case the porosity of the κ -Carrageenan hydrogels was in the micron size. In the third part of the study, copper, zinc, mangan micronutrients were loaded into four selected NaCMC and three selected κ -Carrageenan hydrogels by using soaking method and in vitro, model and soil release studies were carried out with Atomic Absorption Spectrometer (AAS). In the last part of study, the effects of Zn^{2+} , Cu^{2+} and Mn^{2+} loaded NaCMC and κ -Carrageenan hydrogels on wheatgrass growth were investigated to be an example for the agricultural application. It was determined that as the amount of micronutrients in general increased, the output seedling growth, growth and elongation efficiency increased significantly.

Projenin Amacı, Önemi, Kapsamı ve Yapılan Çalışmaların Belirtilmesi

Dünya nüfusunun sürekli artması, yeni yerleşim yerlerinin açılması ve yeni sanayi alanlarının kurulması gibi nedenlerle tarıma elverişli alanlar giderek azalırken, tarım ürünlerine olan talep sürekli artmaktadır. Bu durum, tarımsal üretimi artırıcı tekniklerin uygulamasını ve teknolojik gelişmelerle birim alandan daha fazla verim elde edilmesini zorunlu hale getirmektedir. Diğer yandan, bu amaçla kullanılan gübreler, hormonlar ve tarım ilaçları gibi çeşitli kimyasallar insan sağlığını ve çevre koşullarını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu sürecin sonunda, uzun dönemde insan sağlığı ve doğal kaynakların korunmasının yanı sıra, çevreye zarar vermeyen tarımsal teknolojilerin kullanıldığı “tarımda sürdürülebilirlik” anlayışı benimsenmiştir. Sürdürülebilir tarım kavramı, uzun vadeli, çevreyi ve doğal kaynakları koruyan, insan ve hayvan sağlığı bakımından daha güvenilir, üretken ve karlı tarım sistemlerinin oluşturulması olgularını kapsar.

Tarım sektörünün önemli girdilerinden bir tanesi kimyasal gübrelerdir. Kimyasal gübreler, tarımsal ürün maliyetlerinde, %20'ye yakın paya sahip olmakla birlikte, ürün verimliliğini %50 gibi yüksek bir oranda artırabilmektedir. Kimyasal gübre kullanımı konusunda verimliliği arttırmak, maliyetleri düşürmek ve çevre kirlenmesinin önüne geçerek sürdürülebilir tarım yapabilmek için gübreleme yöntemleri ile ilgili çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. Geleneksel yöntemlerle yapılan gübreleme ile gerek tarım arazileri gerek yeraltı suları ve gerekse bu ortamda yaşayan tüm canlı sistemleri, kullanılan aşırı kimyasallardan olumsuz bir şekilde etkilenmektedir. Diğer yandan verimsiz kimyasal gübre kullanımı ürün maliyetlerini de artırmaktadır. Bu bağlamda son yıllarda yeni bir gübreleme yöntemi olarak, “kontrollü salım yapan gübre sistemleri” öne çıkmaktadır.

Bu proje çalışmasında, geleneksel gübreleme yöntemlerinde meydana gelen sorunları ortadan kaldırmak amacıyla kontrollü mikro besin elementi salan bir sistem geliştirilmesi hedeflendi. Taşıyıcı malzeme olarak doğal ve biyobozunur polimerlerden sodyum karboksimetil selüloz (NaCMC) ve kappa-karragenan (κ-Karragenan) seçildi. Bu polimerlerden bir seri hidrojel üretilmesi; üretilen bu hidrojellerin karakterizasyonunun yapılması, bu hidrojellere çinko, bakır ve mangan mikro bitki besin elementlerinin yüklenmesiyle hazırlanan bu hidrojel-mikro besin elementi sistemlerinin tarımsal uygulamalardaki etkinliklerinin incelenmesi amaçlandı.

Projenin Yöntemi

Proje yönetimi 5 aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir.

Rapor Dönemleri	Yapılması Planlanan Çalışmalar
1	Bilimsel hazırlık ve malzeme temini.
2	Hidrojellerin üretilmesi.
3	Üretilen hidrojellerin özelliklerinin belirlenmesi.
4	Hidrojellere çeşitli mikro elementlerinin yüklenerek serbestleşme kinetiklerinin incelenmesi.
5	Besin elementi yüklü hidrojellerin tarımsal alanda etkilerinin incelenmesi.

Hidrojellerin üretilmesi ve özelliklerinin belirlenmesi

NaCMC hidrojelleri, iyonik çapraz bağlama yöntemiyle, FeCl_3 çapraz bağlayıcısı kullanılarak elde edildi. κ -Karragenan hidrojelleri, kimyasal çapraz bağlama yöntemiyle, glutaraldehit çapraz bağlayıcısı kullanılarak sentezlendi. Hidrojellerin hidrojel oluşum verimlerinin gravimetrik incelendi. Hazırlanan NaCMC ve κ -Karragenan hidrojellerinin kimyasal yapısını aydınlatmak için ATR-FTIR analizleri gerçekleştirildi. Hidrojellerin zaman, sıcaklık ve pH değişimlerine karşı şişme davranışlarının incelenmesi yapıldı. Hidrojellerin bozunma davranışları 30°C ve $\text{pH}=7,0$ 'de incelendi. Hidrojellerin SEM incelemesi, çapraz bağlayıcı ve polimer miktarının hidrojellerin morfolojik özelliklerine etkisini araştırmak amacıyla yapıldı. Çapraz bağlanmanın gerçekleşip gerçekleşmediğini ispat etmek amacıyla NaCMC hidrojellerinin EDAX incelemeleri yapıldı.

Hidrojellere çeşitli mikro besin elementlerinin yüklenerek salım çalışmalarının değerlendirilmesi

Seçilen hidrojellere mikro besin elementlerini yükleme işlemi emdirme yöntemiyle yapıldı. Mikro besin elementleri olarak bakır nitrat, çinko nitrat ve mangan nitrat seçildi. Mikro besin elementlerinin in vitro salım çalışmaları atomic absorpsiyon spektrometresi (AAS) ile yürütüldü. Öncelikle her bir element için kalibrasyon doğruları oluşturuldu. Mikro besin elementi yüklü hidrojellerin in vitro, model ve toprak salım çalışmaları gerçekleştirildi.

Besin elementi yüklü hidrojellerin tarımsal alanda etkilerinin incelenmesi

Hidrojel oluşum (%) sonuçlarına, şişme-bozunma davranışlarına ve salım sonuçlarına bağlı olarak seçilen hidrojellerin tarımsal alanda etkilerinin incelendi. seçildi. Birinci grup çalışmada, 10 L toprak içeren saksılara, Zn^{2+} mikro besin elementi yüklü NaCMC hidrojeli sırasıyla 5, 10 ve 15 adet olarak konuldu. İkinci grup çalışmada, Zn^{2+} yüklü κ -Karragenan hidrojeli kullanılarak, birinci grup çalışma aynen tekrarlandı. Üçüncü grup çalışma, farklı mikro besin elementi içeriğinin buğday çimi gelişimine etkisini araştırmak amacıyla, Zn^{2+} , Cu^{2+} ve Mn^{2+} yüklü NaCMC hidrojelleri ile yürütüldü. Hidrojel sayısı 15 olarak sabit tutuldu. Böylece bu üç mikro besin elementinin, buğday çimi gelişimine etkisi değerlendirilmiş oldu.

Projenin Sonuçları/Bulguları

Hidrojellerin oluşum verimleri Çizelge 1’de verilmiştir. Bu Çizelge incelendiğinde, en düşük hidrojel oluşum verimleri %3’lük NaCMC örneklerinde tespit edilmiştir. Bu grup hidrojellerde Ç/P oranı çok yüksek olsa bile, kullanılan NaCMC miktarı diğerlerine göre az olduğundan hidrojel oluşum verimi (%) göreceli olarak daha düşüktür. %5 ve %7’lik NaCMC hidrojellerinin oluşum verimlerinin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Her grupta, Ç/P oranı arttıkça, hidrojel oluşum verimi de artmıştır ve en yüksek değer polimer ve çapraz bağlayıcı miktarı en fazla olan NaCMC-12 hidrojeli için elde edilmiştir. Şişme sonuçlarından görüldüğü gibi, tüm hidrojellerin şişme değerleri zamanla artmış ve yaklaşık 24 saatte dengeye ulaşmıştır. En yüksek şişme değerinin NaCMC-1 hidrojelinde, en düşük şişme değerinin ise NaCMC-12 hidrojelinde olduğu belirlenmiştir. Şişme değerlerinin hidrojel oluşum verimleri (%) ile uyumlu olduğu görülmektedir.

NaCMC hidrojellerinin SEM görüntülerinden morfolojik bir analiz yapılmıştır. Bunun için yüzey fotoğraflarından ortalama tanecik yoğunluğu (tanecik sayısı/cm²), ortalama tanecik boyutu (nm); kesit fotoğraflarından ise ortalama gözenek boyutu (nm) ve ortalama gözenek yoğunluğu (gözenek sayısı/cm²) hesaplanarak Çizelge 2’deki rakamsal veriler oluşturulmuştur. NaCMC hidrojellerinin EDAX incelemesi sonucunda elde edilen değerler Çizelge 3’te verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, tüm örneklerde Na, Fe ve Cl elementleri tespit edilmiştir. FeCl₃ miktarının artmasıyla, spektrumlarda Na elementinin pik şiddetinin azaldığı ve Fe elementinin pik şiddetinin ise gittikçe arttığı belirlenmiştir.

κ-Karragenan hidrojellerin oluşum yüzdeleri Çizelge 4’te verilmiştir. En yüksek hidrojel oluşum verimi %93 ile K-6 hidrojelinde, en düşük hidrojel oluşum verimi %72 ile K-1 hidrojeli için bulunmuştur. κ-Karragenan hidrojelinde de çapraz bağlayıcı miktarı dolayısıyla Ç/P oranı arttıkça hidrojel oluşum veriminde artmıştır. Tüm hidrojellerin şişme değerleri zamanla artmış ve yaklaşık 9 saatte dengeye ulaşmıştır. Hidrojellerin denge şişme değerleri Çizelge 4’te verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, çapraz bağlanma miktarı arttıkça şişme değerleri de azalmıştır. SEM incelemelerinden elde edilen κ-Karragenan hidrojellerin ortalama gözenek boyutu (µm) ve ortalama gözenek yoğunluğu değerleri (gözenek sayısı/cm²) Çizelge 5’te verilmiştir. Sonuçlara göre; hidrojellerin gözenekliliği mikron boyutundadır. En küçük gözenek boyutu ile en fazla gözenek yoğunluğu K-6 hidrojelinde gözlenirken, en yüksek gözenek boyutu ile en az gözenek yoğunluğu K-1 hidrojelinde tespit edilmiştir.

Mikro besin elementi yüklü NaCMC hidrojellerinin in vitro salım çalışmasında, Cu²⁺, Zn²⁺ ve Mn²⁺ iyonlarının salım değerlerinin, 19 ila 27 saat aralığında sabit değere ulaştığı belirlendi. Çizelge 6’da NaCMC hidrojellerine ait salım kinetiği parametreleri verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde NaCMC-5, NaCMC-8 ve NaCMC -9 hidrojelleri için salım Fick olmayan tiptedir. NaCMC-12 hidrojelinin n değeri 1’e çok yakın olduğu için salım kinetiği 0. dereceden kinetiğe uymaktadır. Mikro besin elementi yüklü κ-Karragenan hidrojellerinin in vitro salım çalışmasında, Cu²⁺, Zn²⁺ ve Mn²⁺ iyonlarının salım değerlerinin, 10 ila 17 saat aralığında sabit değere ulaştığı belirlendi. İyonların tamamına yakın miktarını saldırdığı tespit edilmiştir. En çok şişen K-4 hidrojeli için salımın en kısa, en az şişen K-6 hidrojeli için salımın en uzun sürdüğü saptanmıştır. Çizelge 7’de κ-Karragenan hidrojellerine ait salım kinetiği parametreleri verilmiştir. Bu

değerler 1'e oldukça yakın olduklarından, salımın 0. dereceden kinetiğe uygun olarak yürüdüğünü söylemek mümkündür.

N-9 hidrojel için yürütülen tarımsal uygulamaların çeşitli görselleri Resim 1- 2 de sunulmuştur. Çizelge 8 de verilen N-9 hidrojel örneklerine ait verilerden, en yüksek gelişme ve uzama verimi değerleri 15 adet N-9 hidrojelinin kullanıldığı örnekte, en düşük gelişme ve uzama verimi değerleri ise Kontrol-2 örneğinde saptanmıştır. Örneklerdeki Zn^{2+} içeren hidrojel kullanım sayısı 5'ten 15'e arttıkça, gelişme ve uzama verim değerleri de yükselmiştir. İkinci gübrelemeden sonra da verim değerlerinin olumlu etkilendiği, ancak birinci gübreleme kadar yüksek bir artışın olmadığı tespit edilmiştir. İkinci gübrelemeden sonra verimlerdeki düşüşün sebebinin, uygulamada bitkiye sadece mikro besin elementinin verilmesi ve bu süreçte hiçbir makro besin elementi desteğinin yapılmamış olması diye düşünülmektedir. Bu sonuçlara göre, makro besin elementleri verilmemesine rağmen, buğday çim gelişiminde Zn^{2+} yüklü N-9 hidrojellerin kullanımı ile örneklerin hem fide çıkış sayısının hem de gelişme ve uzama verimlerinin net bir şekilde arttığı saptanmıştır.

K-6 hidrojel için yürütülen tarımsal uygulamaların çeşitli görselleri Resim 3- 4 de sunulmuştur. Çizelge 9 da verilen büyüme ve gelişme değerlerine göre, en yüksek gelişme ve uzama verimi değerleri 15 adet K-6 hidrojel kullanan örnekte, en düşük gelişme ve uzama verimi değerleri ise Kontrol-2 örneğinde saptanmıştır. Birinci grup çalışmasında olduğu gibi, örneklerdeki mikro besin elementi içeren hidrojel sayısı 5'ten 15'e arttıkça, gelişme ve uzama verim değerleri artmış ancak ikinci gübrelemeden sonra verim değerleri azalmıştır. Verimlerdeki düşüşün sebebi, uygulama sırasında bitkiye hiçbir makro besin elementi desteğinin yapılmaması olabilir. Bu sonuçlara göre, makro besin elementleri verilmemesine rağmen, buğday çim gelişiminde Zn^{2+} yüklü K-6 hidrojellerin kullanımı ile örneklerin hem fide çıkış sayısı hem de gelişme ve uzama verim değerleri etkilenmiştir.

İki hidrojelin buğday çim uygulamaları kıyaslandığında, en fazla toplam gelişme ve uzama verimleri N-9 örneklerinde gözlenmiştir. Bu sonuca göre, N-9 örneklerinin içeriğinde bulunan demir ve selülozun buğday çim gelişimine olumlu etki ettiği görüşü güçlenmiştir. 15 adet N-9 hidrojel örnekleri kullanılarak elde edilen büyüme ve gelişme değerleri sonuçlarına göre, en yüksek gelişme ve uzama verim değerleri (N-9)-Zn örneğinde, en düşük gelişme ve uzama verimi değerleri ise (N-9)-Mn örneğinde gözlenmiştir. Bu sonuçlara göre, makro besin elementleri verilmemesine rağmen, buğday çim gelişiminde Zn^{2+} , Mn^{2+} ve Cu^{2+} yüklü N-9 hidrojellerin kullanımı ile örneklerin hem ortalama fide çıkış sayısında hem ortalama fide boylarında, hem de gelişme ve uzama verimlerinde artış saptanmıştır (Resim 5-6). Sonuçlar toprak salım deneylerinde elde edilen denge salım değerleri ile de yorumlanabilir. N-9 hidrojellerinden Zn^{2+} , Mn^{2+} ve Cu^{2+} iyonlarının topraktaki denge salım değerleri %86, %82 ve %88 olarak tespit edilmiştir. Dolayısı ile tüm elementlerin yeterince fazla miktarda toprağa geçtiği saptanmıştır. Bu değerler birbirine çok yakın olduğundan, bitki gelişim değerleri de her üç element için birbirine oldukça yakındır. Her üç elementin bitki gelişimine yaptıkları etkinin farklı olması, etki mekanizmaları ile açıklanabilir. Bilindiği gibi, manganın bitki gelişimine en önemli katkısı, klorofil üretim mekanizmaları içinde yer alması ve fotosentez yolu ile besin oluşturulmasıdır. Yaprak uzaması etkisinin diğer elementlere göre nispeten düşük kalmasının sebebi bu duruma bağlı olabilir. Bakırın bitki gelişimindeki en önemli katkısı kök gelişimi üzerinedir. Çinko ise, diğer olumlu etkilerinin yanı sıra, bitki büyümesini sağlayan

enzim sisteminin bir parçasıdır. Bu nedenle, çalışmamızda yaprak gelişimine en çok etki eden element olarak belirlenmiştir.

Çizelge 1. NaCMC hidrojellerin üretim koşulları ve bazı karakteristik özellikleri
(Ç/P: Çapraz bağlayıcı/Polimer oranı)

Veriler Hidrojel	NaCMC (%)	FeCl ₃ (%)	Ç/P	Hidrojel oluşum verimi (%)	Denge şişme değeri (%)
NaCMC-1	3	4	1,33	74	490
NaCMC-2	3	6	2,00	78	386
NaCMC-3	3	8	2,66	80	267
NaCMC-4	3	10	3,33	85	175
NaCMC-5	5	4	0,80	90	397
NaCMC-6	5	6	1,20	91	303
NaCMC-7	5	8	1,60	92	200
NaCMC-8	5	10	2,00	94	151
NaCMC-9	7	4	0,57	95	292
NaCMC-10	7	6	0,85	94	213
NaCMC-11	7	8	1,14	95	135
NaCMC-12	7	10	1,42	96	102

Çizelge 2. NaCMC hidrojellerin morfolojik özellikleri

Hidrojeller	Ortalama Tanecik Yoğunluğu (tanecik sayısı/cm ²)	Ortalama Tanecik Boyutu (nm)	Ortalama Gözenek Boyutu (nm)	Ortalama Gözenek Yoğunluğu (gözenek sayısı/cm ²)
NaCMC-1	9,1x10 ¹¹ ±0,2	66,7±0,9	237,8±15,4	1,4x10 ⁹ ±0,4
NaCMC-4	9,4x10 ¹¹ ±0,2	62,1±0,9	189,8±12,2	2,3x10 ⁹ ±0,4
NaCMC-5	9,2 x10 ¹¹ ±0,4	45,7±0,8	183,6±9,2	8,8x10 ⁹ ±0,5
NaCMC-8	10,5x10 ¹¹ ±0,4	25,8±0,5	125,2±7,2	18,8x10 ⁹ ±0,5
NaCMC-9	19,1x10 ¹¹ ±0,5	12,5±0,2	129,6±5,7	19,4x10 ⁹ ±0,6
NaCMC-12	21,2x10 ¹¹ ±0,5	13,1±0,3	82,1±3,2	20,2x10 ⁹ ±0,6

Çizelge 3. NaCMC hidrojellerinin EDAX sonuçları

Element miktarları FeCl ₃ içeriği	FeK (%)	ClK (%)	NaK (%)
% 4	5,72	53,93	44,21
% 6	12,53	50,78	32,69
% 8	18,27	50,89	30,84
%10	21,96	52,07	14,96

Çizelge 4. κ-Karragenan hidrojenlerin üretim koşulları ve bazı karakteristik özellikleri

Hidrojel	Veriler	κ-Karragenan (%)	GA (mL)	Ç/P	Hidrojel Oluşum Verimi (%)	Denge şişme değeri (%)
K-1		2,0	0,25	0,12	72	970
K-2		2,0	0,50	0,25	80	771
K-3		2,0	0,75	0,37	85	721
K-4		2,0	1,00	0,50	87	635
K-5		2,0	1,25	0,62	90	421
K-6		2,0	1,50	0,75	93	258

Çizelge 5. κ-Karragenan hidrojenlerinin morfolojik özellikleri

Özellikler Hidrojenler	Ortalama Gözenek Boyutu (µm)	Ortalama Gözenek Yoğunluğu (gözenek sayısı/cm ²)
K-1	1,11±0,03	0,6x10 ⁸ ±0,02
K-2	0,83±0,04	1,3x10 ⁸ ±0,02
K-3	0,69±0,06	3,2x10 ⁸ ±0,04
K-4	0,62±0,08	4,0x10 ⁸ ±0,07
K-5	0,59±0,09	4,2x10 ⁸ ±0,08
K-6	0,47±0,10	4,8x10 ⁸ ±0,09

Çizelge 6. NaCMC hidrojenlerine ait salım kinetiği parametreleri

Hidrojenler	Cu ²⁺		Zn ²⁺		Mn ²⁺	
	n	k	n	k	n	k
NaCMC-5	0,63	0,12 x 10 ⁻³	0,71	7,12 x 10 ⁻³	0,69	6,96 x 10 ⁻³
NaCMC-8	0,82	2,92 x 10 ⁻³	0,90	1,77 x 10 ⁻³	0,87	1,86 x 10 ⁻³
NaCMC-9	0,72	6,25 x 10 ⁻³	0,84	2,71 x 10 ⁻³	0,77	3,90 x 10 ⁻³
NaCMC-12	0,98	93,5 x 10 ⁻³	1,05	56,3 x 10 ⁻³	1,05	52,1 x 10 ⁻³

Çizelge 7. κ-Karragenan hidrojenlerine ait salım kinetiği parametreleri

Hidrojenler	Cu ²⁺		Zn ²⁺		Mn ²⁺	
	n	k	n	k	n	k
K-4	0,90	3,10 x 10 ⁻³	0,91	2,77 x 10 ⁻³	0,91	3,33 x 10 ⁻³
K-5	0,97	1,60 x 10 ⁻³	0,91	2,58 x 10 ⁻³	1,02	1,12 x 10 ⁻³
K-6	1,06	82,4 x 10 ⁻³	1,03	1,03 x 10 ⁻³	1,09	65,1 x 10 ⁻³

Çizelge 8. N-9 hidrojel örnekleri kullanılarak elde edilen büyüme ve gelişme değerleri

Örnek		Kontrol-1	Kontrol-2	(N-9)-5	(N-9)-10	(N-9)-15
Kuru kütle (g)	1.Gübreleme	4,4	5,8	6,9	7,7	8,6
	2.Gübreleme	2,8	3,1	3,9	4,4	5,2
	Toplam	7,2	8,9	9,8	12,1	13,8
Gelişme Verimi (%)	1.Gübreleme	-	31,8	56,8	75,0	95,4
	2.Gübreleme	-	10,7	39,3	57,1	85,7
	Toplam	-	42,5	96,0	132,1	181,1
Ortalama Fide Boyu (cm)	1.Gübreleme	22,2±0,5	25,4±0,4	26,5±0,3	28,2±0,3	30,3±0,2
	2.Gübreleme	17,3±0,3	18,5±0,5	20,2±0,3	21,3±0,2	23,2±0,2
	Toplam	39,5±0,5	43,9±0,9	46,7±0,5	49,5±0,5	53,5±0,4
Uzama Verimi (%)	1.Gübreleme	-	14,4	19,4	27,0	36,4
	2.Gübreleme	-	12,5	16,7	23,1	34,1
	Toplam	-	26,9	36,1	50,1	71,5

Çizelge 9. K-6 hidrojel örnekleri kullanılarak elde edilen büyüme ve gelişme değerleri

Örnek		Kontrol-1	Kontrol-2	(K-6)-5	(K-6)-10	(K-6)-15
Kuru kütle (g)	1.Gübreleme	3,9	4,2	4,4	4,9	6,0
	2.Gübreleme	2,8	2,9	3,0	3,4	4,1
	Toplam	6,7	7,1	7,4	8,3	10,1
Gelişme Verimi (%)	1.Gübreleme	-	8,3	12,8	25,6	53,8
	2.Gübreleme	-	3,5	7,1	21,4	46,4
	Toplam	-	13,0	36,5	74,5	144,5
Ortalama Fide Boyu (cm)	1.Gübreleme	21,3±0,2	26,4±0,2	28,4±0,4	29,5±0,3	30,6±0,6
	2.Gübreleme	15,6±0,2	18,2±0,2	19,6±0,3	20,4±0,2	21,7±0,4
	Toplam	36,9±0,4	44,6±0,4	48,0±0,7	49,9±0,5	52,3±0,9
Uzama Verimi (%)	1.Gübreleme	-	23,9	33,3	38,5	43,6
	2.Gübreleme	-	16,6	25,6	30,8	39,1
	Toplam	-	40,5	58,9	69,3	82,7

Çizelge 10. 15 adet N-9 hidrojel örnekleri kullanıldığında büyüme ve gelişme değerleri

Örnek		Kontrol-1	Kontrol-2	(N-9)-Zn	(N-9)-Mn	(N-9)-Cu
Gelişme Verimi (%)	1.Gübreleme	-	25,0	95,4	36,3	45,4
	2.Gübreleme	-	7,1	85,7	17,8	25,0
	Toplam	-	32,1	181,1	54,16	70,4
Uzama Verimi (%)	1.Gübreleme	-	5,8	41,1	11,7	17,6
	2.Gübreleme	-	4,3	30,4	8,6	13,0
	Toplam	-	10,1	71,5	20,3	30,6

2. PROJE BÜTÇESİ ÖZET BİLGİLERİ

Proje Süresi: 36 (Ay)				
Başlama Tarihi	Bitiş Tarihi	Ek Süre (Ay)	Ek Süre Dahil Bitiş Tarihi	Toplam Proje Süresi (Ay)
Mayıs-2015	Ekim-2017	-	Ekim-2017	36

Proje Bütçesi: 11 525 TL		
Harcanan	Kalan	Ek Bütçe
7.371	4.154	-

3. PROJE ÇIKTILARI

Yazılı Ürünler

Kongre Sunumu:

- G.O. Akalin, M. Pulat, "Preparation and characterization of nanoporous NaCMC hydrogel". 12th Multinational Congress on Microscopy, August 23-28, Eger, Hungary.
- G.O. Akalin, M. Pulat, "Development of Na-CMC Hydrogel System Containing Zn M,cronutrient and Investigation of itsEffectiveness on Wheatgrass Growth" International Congress of Agriculture and Environment, 16-18 November-2018, Antalya, Türkiye.

Proje Konusu Olarak Yüksek Lisans veya Doktora Konusu Olan Tezler

Doktora Tezi: Gülen Oytun AKALIN, "Çeşitli mikro besin elementi içeren Sodyum karboksimetil selüloz ve κ-Karragenan hidrojel sistemlerin geliştirilmesi ve etkinliklerinin incelenmesi"- Tamamlanmıştır.

Yazılım ve Donanım Ürünleri;

Patent(ler) / Faydalı Model(ler)

Proje Sonunda Ortaya Çıkan Ürün Hakkında Bilgiler

Üniversiteye, Ülkeye ve/veya Bilime Sağlanan Katkılar

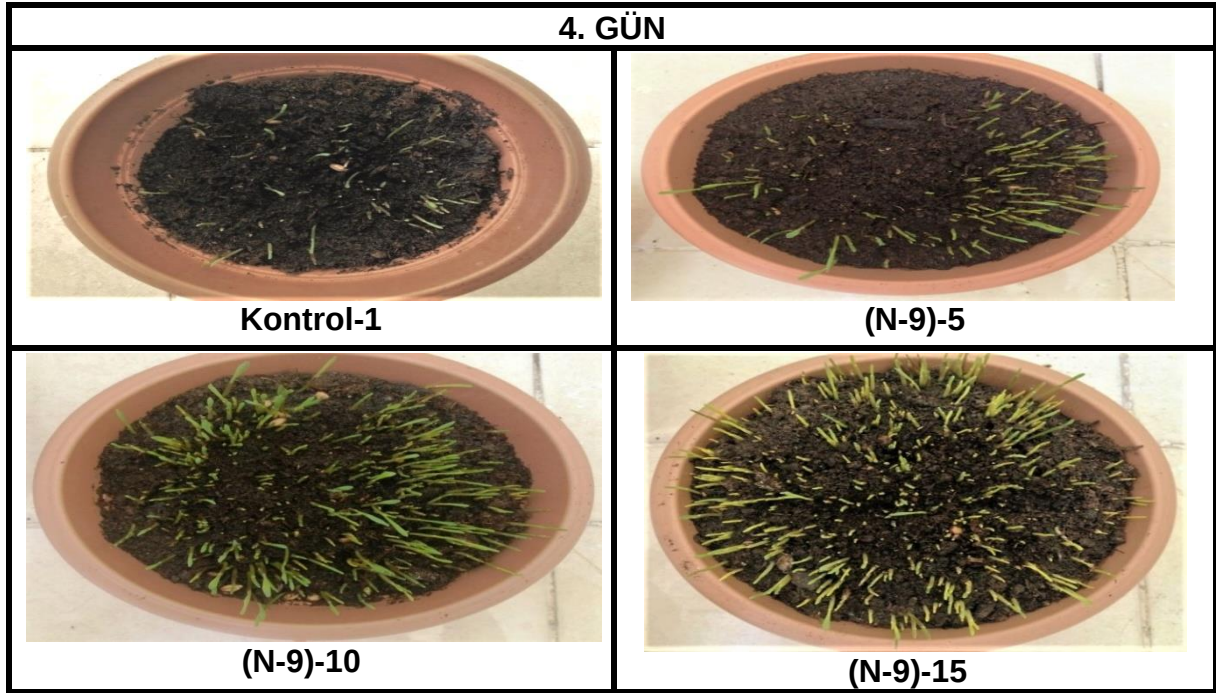
Tamamlanan bu projeden elde edilen destekle, bir doktora tezi tamamlanmıştır. Yaratıcı tarımsal ürün geliştirme konusunda, ülke birikimine katkılar sağlayacak sonuçlar elde edilmiştir.

4.PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ TARAFINDAN YAPILACAK GENEL DEĞERLENDİRME

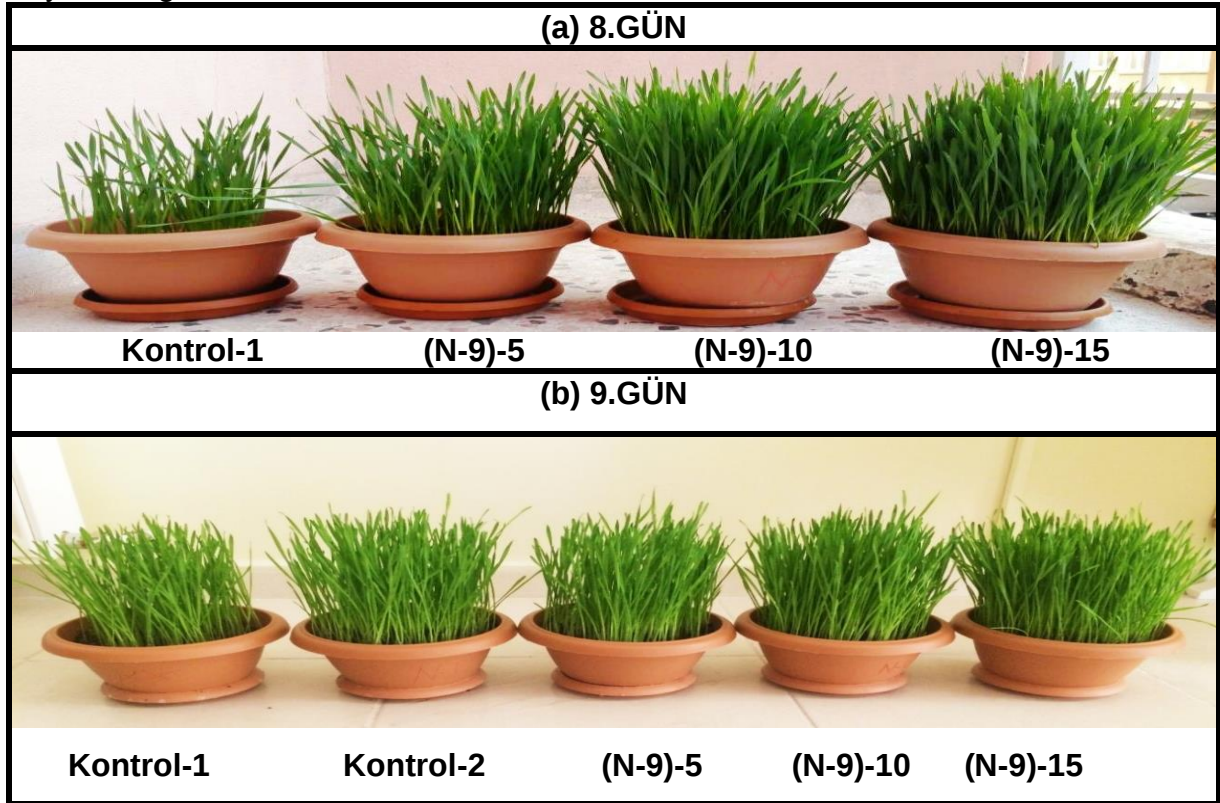
Bu proje, bir doktora tezine destek olarak planlanmıştır. Çalışmanın planlanması sırasında, daha önceden yürütülmüş tüm projelerden ve elde edilen verilerden yararlanılmıştır. Kurgulanan basamaklarda bir zorlukla karşılaşılmamış ve önerilen bütün aşamalar başarı ile tamamlanmıştır. 36 ay olarak talep edilen süre yeterli olmuş ve proje erken tamamlanmıştır.

5. EKLER

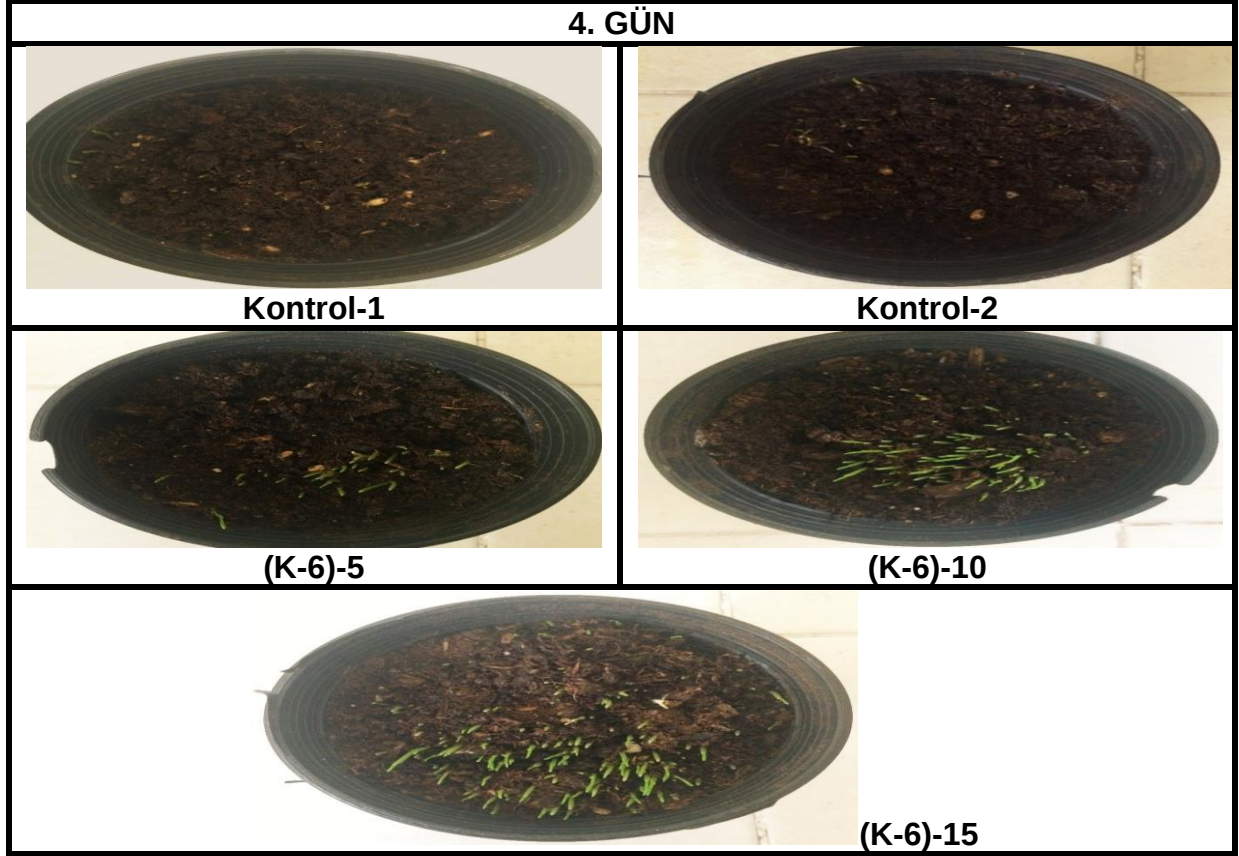
Resim-1. N-9 örnekleri için 4. gün fide çıkışı görüntüleri



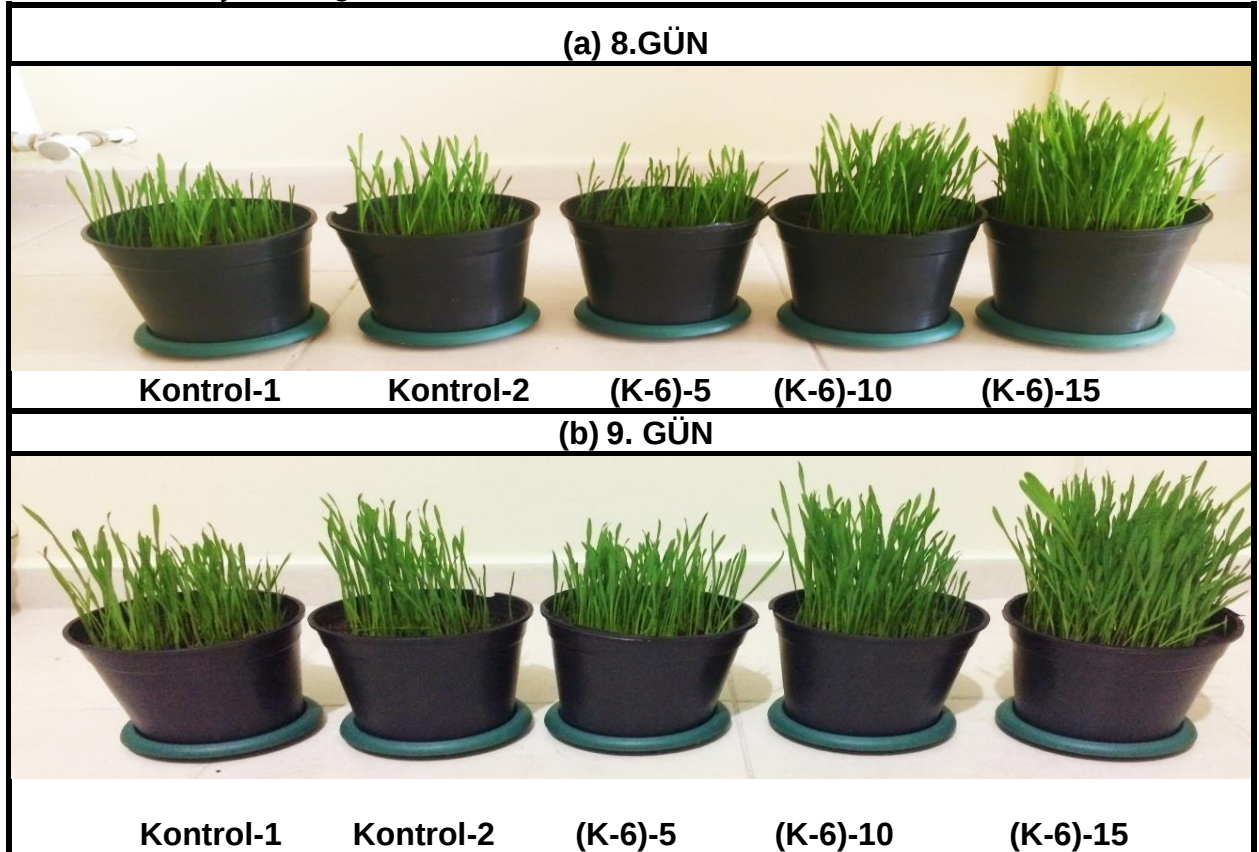
Resim-2. N-9 örneklerinin kontrollerle karşılaştırmalı olarak 8. ve 9. gün fide boylarının görüntüleri



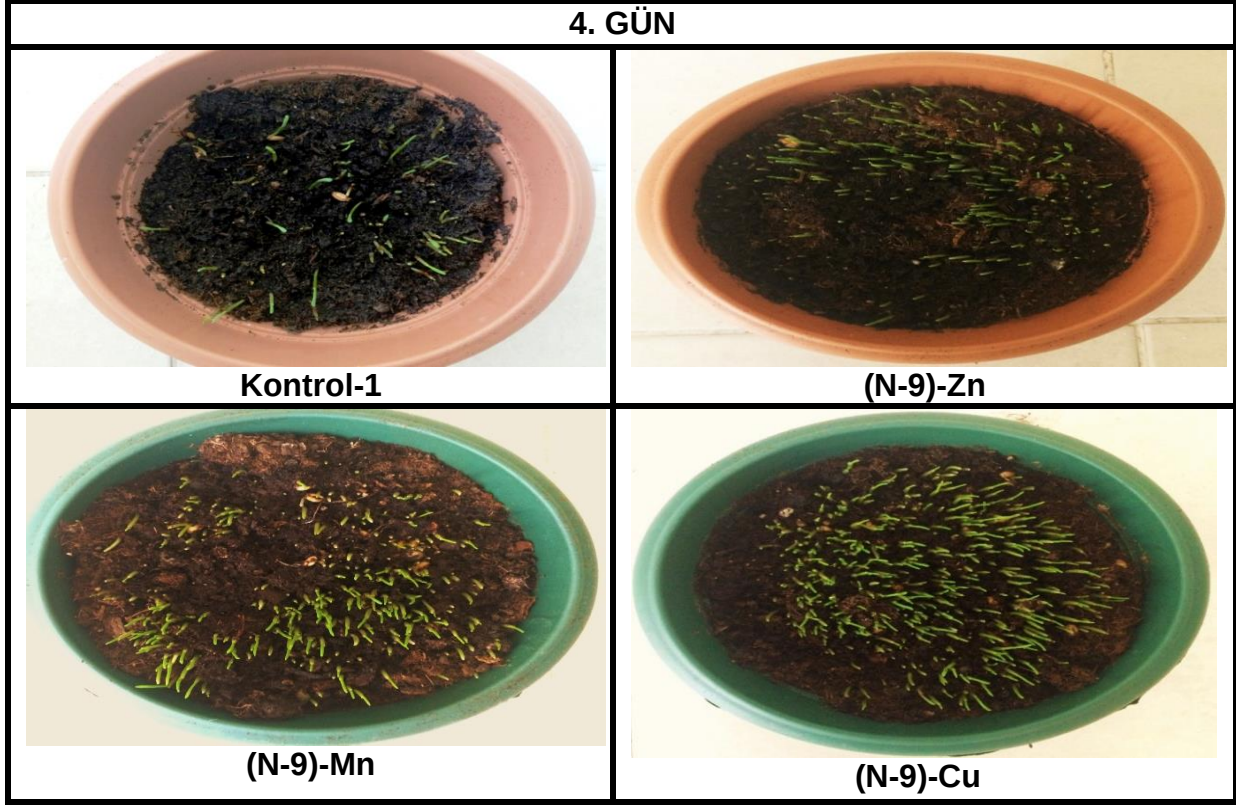
Resim 3. K-6 örnekleri için 4. gün fide çıkışı görüntüleri



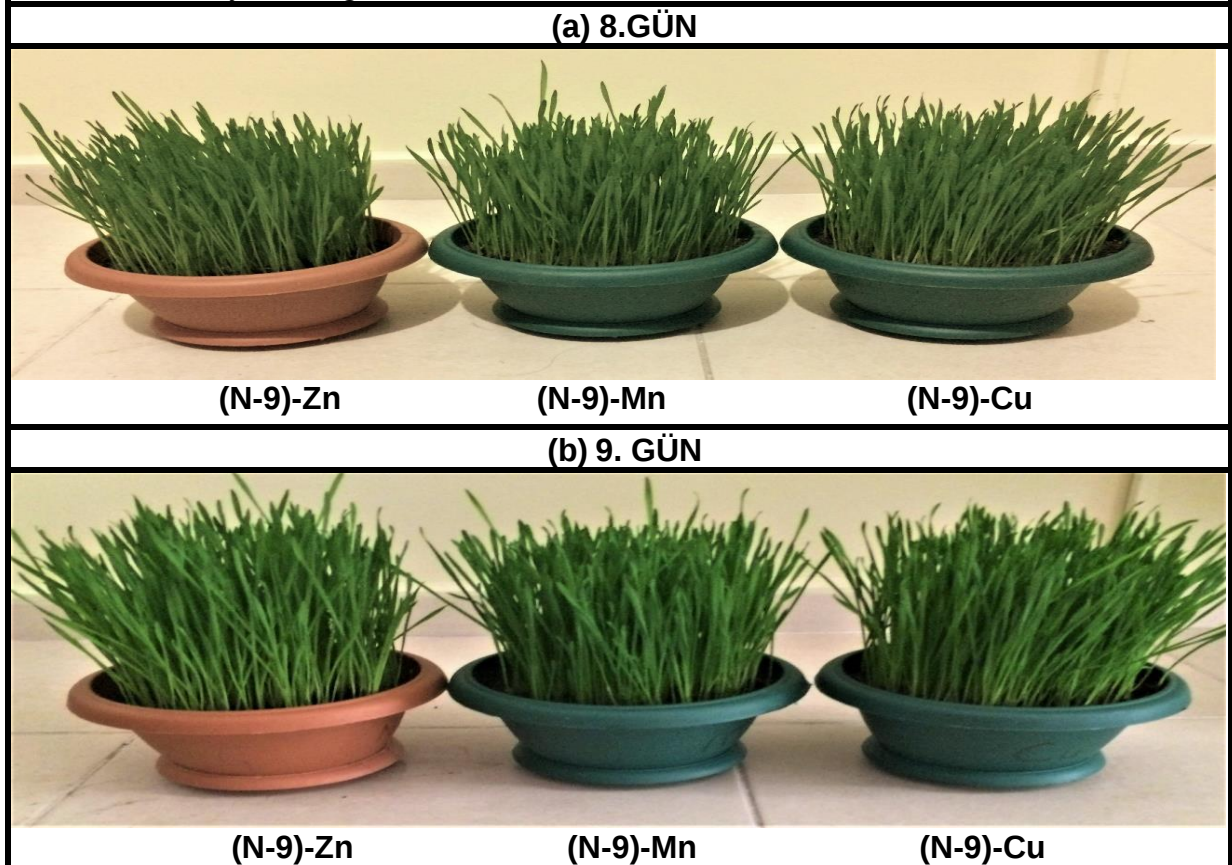
Resim 4. K-6 örneklerinin kontrollerle karşılaştırmalı olarak 8. ve 9. gün fide boylarının görüntüleri



Resim 5. Farklı mikro besin elementi içeren N-9 hidrojel­leri için 4. gün fide çıkışı



Resim 6. Farklı mikro besin elementi içeren N-9 örneklerinin 8. ve 9. gün fide boylarının görüntüleri



**ÇEŞİTLİ MİKRO BESİN ELEMENTİ İÇEREN SODYUM
KARBOKSİMETİL SELÜLOZ VE K-KARRAGENAN HİDROJEL
SİSTEMLERİN GELİŞTİRİLMESİ VE ETKİNLİKLERİNİN
İNCELENMESİ**

Gülen Oytun AKALIN

**DOKTORA TEZİ
KİMYA ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

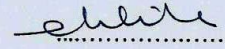
ŞUBAT 2017

Gelen Oytun AKALIN tarafından hazırlanan "ÇEŞİTLİ MİKRO BESİN ELEMENTİ İÇEREN SODYUM KARBOKSİMETİL SELÜLOZ VE κ -KARRAGENAN HİDROJEL SİSTEMLERİN GELİŞTİRİLMESİ VE ETKİNLİKLERİNİN İNCELENMESİ" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Kimya Anabilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Mehlika PULAT

Kimya Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

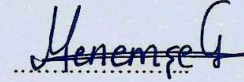
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum



Danışman : Prof.Dr. Menemşe GÜMÜŞDERELİOĞLU

Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum



Üye : Prof. Dr. Meral KARAKIŞLA ŞAHİN

Kimya Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi

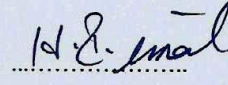
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum



Üye : Prof.Dr. Halil İbrahim ÜNAL

Kimya Anabilim Dalı,, Gazi Üniversitesi

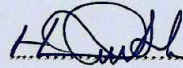
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum



Üye : Doç.Dr. Hayrettin TÜMTÜRK

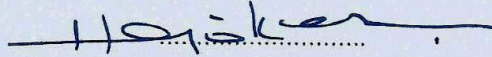
Kimya Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum



Tez Savunma Tarihi: 24/02/2017

Bu tarafından kabul edilen bu tezin Doktora Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.



Prof. Dr. Hadi GÖKÇEN

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitimim süresince, bilgisi, tecrübeleri ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, tez çalışmamın her aşamasında titiz, disiplinli ve anlayışlı yaklaşımı ile beni yönlendiren saygıdeğer danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mehlika PULAT'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Çalışmamızın yürütülmesinde ve yönlendirilmesindeki katkılarından dolayı Tez İzleme Komitesi üyeleri sayın Prof. Dr. Meral KARAKIŞLA ŞAHİN ve sayın Doç. Dr. Hayrettin TÜMTÜRK'e, tez çalışmalarım süresince 05/2015/08 no'lu araştırma projeme destek sağlayan Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu'na, lisansüstü çalışmamı anlayışla karşılayan ve destekleyen, görev yapmakta olduğum Aksaray Üniversitesi ve Bilimsel ve Teknolojik Uygulama ve Araştırma Merkezi yöneticilerine çok teşekkür ederim. ATR-FTIR spektrumlarının alınmasında imkânlarından yararlandığım Namık Kemal Üniversitesi Merkez Araştırma Laboratuvarı'na ve SEM analizlerini titizlikle gerçekleştiren ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen saygıdeğer hocam Sayın Prof.Dr. Zekiye SULUDERE'ye "Gazi Üniversitesi" çok teşekkür ederim. Lisansüstü eğitim süresince, bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen çok değerli arkadaşım Dr. Özlem EROL'a "Gazi Üniversitesi", bu süreçte her zaman yanımda olup desteklerini esirgemeyen sevgili arkadaşlarım Bihter TAYLAN ALBAYRAK'a, Uzm. Öznur ÖZTUNA TANER'e "Aksaray Üniversitesi", Dr. Şeyda CEYLAN CÖMERT'e ve Okutman Ayşegül CAN'a "Aksaray Üniversitesi" çok teşekkür ederim. Hayatım boyunca bana her zaman güvenen, desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, yüksek lisans ve doktora dönemim boyunca bana büyük sabır gösteren, sıkıntılarımı paylaşan ve bugünlere gelmemi sağlayan, akademik hayata girmemde en büyük etken olan sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ABSTRACTS

12th Multinational Congress on Microscopy

Hotel Eger & Park**, Eger, Hungary**

August 23–28, 2015

region of interest and interpolate the focus at all points in-between. In this way, we can automatically obtain hundreds of images from fresh areas in-between the reference point (Fig. 1), with focus set to the right value with a sufficient accuracy to obtain at least 2 Angstrom and in part of the images 1 Angstrom resolution.

Reference

1. J. C. Meyer, J. Kotakoski, and C. Mangler, "Atomic structure from large-area, low-dose exposures of materials: a new route to circumvent radiation damage", *Ultramicroscopy*, 145, 13–21, Oct. 2014.

M6 – Polymers and soft materials and self-assembled materials

PO-101

PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF NANOPOROUS NACMC HYDROGEL

Gülen Oytun Akalin¹, Mehlika Pulat²

¹Department of Chemistry, Faculty of Science, Gazi University, Ankara, Turkey,
e-mail: gulenoytunakalin@hotmail.com

²Department of Chemistry, Faculty of Science, Gazi University, Ankara, Turkey,
e-mail: gulenoytunakalin@hotmail.com

Keywords: Sodium carboxymethylcellulose, nanoporous hydrogel, biodegradable polymers, ionic-crosslinking

In this work, sodium carboxymethylcellulose (Na-CMC) hydrogel was prepared via ionic-crosslinking method by using Iron (III) chloride as a crosslinker [1]. The hydrogel was characterized by gel formation, swelling/degradation tests, and scanning electron microscope (SEM) analysis [2, 3]. The variations of swelling percentages (S%) with time, temperature, and pH were determined. S% increased with time initially and then remained constant at close to 24 h. It is found that Na-CMC hydrogel was sensitive to pH. While S% value of the

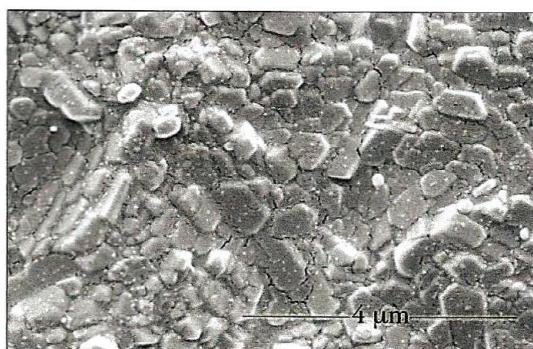


Fig. 1. SEM micrographs at $\times 30000$ magnification taken from surfaces of dry NaCMC hydrogel

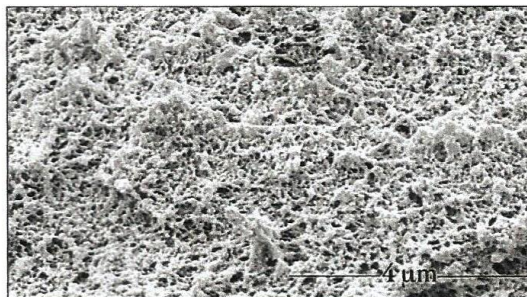


Fig. 2. SEM micrographs at ~ 30000 magnification taken from surfaces of swollen NaCMC hydrogel

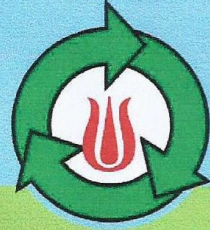
hydrogel kept constant at acidic region, swelling values considerable increased between pH = 8.0–12.0. The degradation behavior of hydrogel was also investigated at 30 °C, pH = 7 and it was found that hydrogel completely degraded in 25 days [4]. Morphological investigation of Na-CMC hydrogel was carried out by SEM photographs. The surface and cross section micrographs of the dried and swollen samples were taken. The morphological differences between dry and wet state of the hydrogel can be clearly observed. The dry Na-CMC showed a nonporous surface with a smooth structure. In contrast, the swollen hydrogel presented a regular homogeneous nanoporous morphology. This uniform porosity enabled easy diffusion and absorption of water into the hydrogel structure.

References

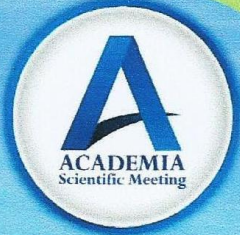
1. P. Rokhadca, S.A. Agnihotria, S.A. Patila, N. Mallikarjunab, P. Kulkarnib and T.M. Aminabhavia, "Semi-interpenetrating polymer network microspheres of gelatin and sodium carboxymethyl cellulose for controlled release of ketorolac tromethamine", *Carbohydrate Polymers*, 65 (3), 243–252, 2006.
2. M. Pulat., G.O. Akalin, "Preparation and characterization of gelatin hydrogel support for immobilization of *Candida Rugosa* lipase", *Artificial Cells, Nanomedicine, and Biotechnology*, 41, 145–151, 2013.
3. M. Pulat., G.O. Akalin and N. Demirkol Karahan, "Lipase release through semi-interpenetrating polymer network hydrogels based on chitosan, acrylamide, and citraconic acid", *Artificial Cells, Nanomedicine, and Biotechnology*, 42, 121–127, 2014.
4. A.M. AdelAbou-Youssef , H. El-Gendy and A.M. Nada, "Carboxymethylated cellulose hydrogel; sorption behavior and characterization", *Nature and Science*, 8(8), 1–13, 2010.

3RD ASM INTERNATIONAL CONGRESS OF AGRICULTURE AND ENVIRONMENT

16-18 NOVEMBER 2017, ANTALYA/TURKEY



ABSTRACT BOOK-1



www.bscongress.com

Aşılı (<i>Rhizobium ciceri</i>) ve Aşısız Toprak Koşullarında Linuron Etkili Maddeli Herbisitin Farklı Nohut Çeşitlerine Etkileri	83
Toprak Penetrasyon Direncinin Tahmini için Genelleştirilmiş Regresyon Sinir Ağı ve Radyal Tabanlı Fonksiyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması	85
Acetonik Etkili Maddeli Herbisitin Nohut <i>Cicer arietinum</i> L. Gelişimine Olan Etkileri	87
Bazı Bitki Ekstraktlarının Farklı Malç Uygulamasında Yetiştirilen Domates Bitkisi Tohumlarının Çimlenme Gücü Üzerine Etkileri	88
Düz ve Kıvrık Marul (<i>Lactuca Sativa</i> L. Romana Gars.) Fidelerinin Gelişimi Üzerine Farklı Katkı Maddelerinin Etkilerinin Belirlenmesi	90
Sığır Barmaklarında Kullanılan Altlık Materyallerin Tercih Sürelerinin Belirlenmesi	91
Irrigation Water Quality in the eastern part of the Göksu Delta (Silifke, Mersin), Turkey	92
Arazi Topluşturması'nda Parsel Endeksinin Belirlenmesi	93
Balık Köftesi	94
Antimicrobial Activity Of Some Yeasts And Lactic Acid Bacteria Strains Against Staphylococcus Aureus, Escherichia Coli, Candida Albicans And Micrococcus	96
Gıda Ürünleri Üretiminde 3D (Üç Boyutlu) Yazıcı Kullanımı	97
Antijen-Antikor Kompleksine Dayanan Hızlı Yöntemler Kullanılarak Gıdalarda Bulunan Patojen Mikroorganizmaların Tespit Edilmesi	99
Bazı Fiğ Çeşitlerinde Farklı Ekim Zamanlarının Ot Verimine Etkisi	100
Kıyas Bitki Su Tüketiminin Hesaplanmasında Kullanılan Eşitliklerin Değerlendirilmesi	101
Hesaplı Akışkanlar Dinamiği Yöntemi Kullanılarak Sera İçinde Farklı Noktalardaki ET ₀ Değerlerinin Penman Eşitliği ile Belirlenmesi	102
The <i>in vitro</i> Effects of Propolis Extracts Prepared with Organic Solvents on <i>Macrophomina phaseolina</i>	103
Biyolojik Çalışmalar için Permutasyon Testleri	104
Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin İl'leri Buğday Ekim Alanlarında Arbusküler Mikorizal Fungus Türlerinin Belirlenmesi	105
Çipura (<i>Sparus aurata</i>) ve Levrek (<i>Dicentrarchus labrax</i>) Etlerinin Esansiyel Mikro Element İçeriklerinin Karşılaştırılması	106
Farklı Yöntemlerle Pişirilen Alabalık (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) etlerinde E Vitamini (α -Tocopherol) Kayıpları	107
How Can Use Epigenetics in Insect Control?	108
İnorganik Atıklar Kullanılarak Hegzaklorosiklohegzan'ın Mekanokimyasal Deklorinasyonu	109
Manisa Bölgesi'nden Toplanan Asma Yapraklarında Pestisit Kalıntılarının Araştırılması	111
Development of Sodium Carboxymethyl Cellulose Hydrogel System Containing Zinc Micronutrient and Investigation of Its Effectiveness on Wheatgrass Growth	113
Organik Tarımda Kullanılabilecek Alternatif Malç Materyalleri	114
Organik Tarımda Kullanılan Esansiyel Yağların Bitkiler Üzerindeki Allelopatik ve Teşvik Edici Etkileri	115
Nohut Ekim Alanlarında Sorun Olan <i>Sinapis arvensis</i> L. (Yabani hardal) Mücadelesinde Acetonik Etkinliği	116
Comparing Frying Quality of Olive Oil, Regular And Oleic Acid Sunflower Oils in A Repeated Frying	117
Disintegration of Biological Sludge by Using Electro-Oxidation Process	118
The Response of Water Quality of Karacaören-II Dam Reservoir to Climate Change	119
Six New Criocerine and Donaciine Leaf Beetles for Çankırı Province (Chrysomelidae: Criocerinae and Donaciinae)	120
New Eumolpine Leaf Beetles Records for Turkey and Çankırı Province (Chrysomelidae: Eumolpinae)	121
Hayvanlarda Kendi Kendini Tedavi (Zoo Farmakognozi)	122
Coğrafi İşaret Tescilli Gıdaların Türkiye ve Dünya'daki Durumu	123

Development of Sodium Carboxymethyl Cellulose Hydrogel System Containing Zinc Micronutrient and Investigation of Its Effectiveness on Wheatgrass Growth

Gülen Oytun Akalın^{1*}, Mehlika Pulat²

¹Aksaray University/Scientific and Technological Application and Research Center, Aksaray, Turkey,

²Gazi University/Department of Chemistry, Faculty of Sciences, Ankara, Turkey
*gulenoynakalin@hotmail.com

In this study, the production and the agricultural usage of sodium carboxymethyl cellulose (NaCMC) hydrogel system containing Zinc micronutrient was investigated. NaCMC hydrogel was synthesized by using FeCl₃ as a ionic crosslinker. The swelling and degradation behaviors of hydrogel were investigated at pH 7.0 and 30°C. Initially swelling degree (S%) increased with time and then remained stable at nearly 24 hours. It was detected that hydrogel completely degraded at the end of the 36th day of degradation test. Zinc micronutrient was loaded into NaCMC hydrogel by using soaking method for release studies and agricultural usage. In vitro and soil release studies were carried out with Atomic Absorption Spectrometer (AAS). In vitro and soil equilibrium release values of NaCMC hydrogel were found to be 95% and 86%, respectively. After the release studies, Zinc loaded NaCMC hydrogel was used for wheatgrass growth. The effect of the number of hydrogel on plant growth was evaluated using different numbers (5, 10 and 15) of NaCMC hydrogels. Plant growth yield, length percentage, the average number and length (cm) of seedling plant were determined for each samples. It was found that as the number of Zinc loaded NaCMC hydrogel was increased, plant growth yield, length percentage, the average number and length (cm) of seedling plant were increased significantly. At the end of the 12th day of 1st fertilization, the wheatgrasses were mowed. The 2nd fertilization process was performed by repeating the fertilization procedure. After the 2nd fertilization, the plant growth was found to be affected positively, but not as high as 1st fertilization.

Keywords: Micronutrient, Zinc, Hydrogel, Wheatgrass