

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ (BAP)
PROJE KESİN RAPORU

PROJE KODU	05/2011-61
PROJE ADI	BİTKİ GELİŞİM DÜZENLEYİCİLERİ- BİYOBOZUNUR HİDROJEL SİSTEMLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ VE İNCELENMESİ
PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ	PROF.DR.MEHLİKA PULAT
PROJE EKİBİ	DR.AYHAN EKMEKCİ
FAKÜLTE/ENSTİTÜ/YÜKSEK OKUL	FEN
BÖLÜM/ANABİLİM/BİLİM DALI	KİMYA/FİZİKOKİMYA
RAPOR TARİHİ	2013

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

İmza:

İÇİNDEKİLER

Sayfa

1. PROJE RAPORU	3
2. PROJE BÜTÇESİ ÖZET BİLGİLERİ	13
3. PROJE ÇIKTILARI	14
4. PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ TARAFINDAN YAPILACAK GENEL DEĞERLENDİRME	15
5. EKLER	16

1. PROJE RAPORU

ÖZET

Sunulan çalışmada, glutaraldehit (GA) çapraz bağlayıcısı kullanılarak sentezlenen bir seri jelâtin/kitosan hidrojelinin tarımsal amaçlı kullanılabilirliği araştırıldı. Farklı jelâtin/kitosan oranlarında hazırlanan hidrojel örneklerinin jelleşme yüzdeleri ve şişme/bozunma davranışları incelendi. Hazırlanan hidrojel örneklerinin yüksek değerlerde jelleşebildikleri ve jelleşme oranlarının kitosan miktarındaki artışa bağlı olarak bir miktar düştüğü saptandı.

Hidrojellerin zamanla şişme davranışları Britton-Robinson tampon (BRT) çözeltisinde (pH=7,0) incelendi. Tüm hidrojellerin şişme değerlerinin zamanla arttığı ve yaklaşık 24 saatte denge şişme değerine ulaştığı gözlemlendi. Kitosan miktarı arttıkça şişme değerlerinin zamanla azaldığı ve 30°C, pH=7,0'da en çok şişen hidrojelin jelâtin miktarı en fazla olan hidrojel olduğu saptandı. Hidrojellerin şişme davranışlarının sıcaklıkla değişimi sabit pH da 4-50 °C arasında incelendi. Sıcaklık artışıyla şişme değerlerinin arttığı ve 40°C'de en yüksek değerine ulaştığı gözlemlendi. Hidrojel örneklerinin şişme davranışlarının pH ile değişimi incelendi. Jelâtin içeriği fazla olan hidrojellerin düşük pH değerlerinde çok şiştiği, pH arttıkça şişme değerlerinin düştüğü ve pH=5,0'den sonra yeniden yükseldiği gözlemlendi. Hidrojellerde kitosan miktarı arttıkça, şişme değerlerinin ortam pH'sından etkilenmediği saptandı.

Hidrojellerin bozunma davranışları 30°C'de ve pH=7,0'da zamana karşı incelendi. En az miktarda kitosan içeren hidrojelin 20 günde, kitosan miktarı en fazla olan hidrojelin ise yaklaşık olarak 76 günde tamamen bozunduğu gözlemlendi.

Jelâtin-kitosan hidrojellerin tarımsal uygulamaları üç aşamada incelendi. İlk aşamada farklı şişme değerlerine sahip JK-7, JK-11 ve JK-15 hidrojelleri seçildi. Bu hidrojellere salisilik asit (SA) ve gibberellik asit (GA₃) yüklemesi yapıldı. SA salımının hidrojellerde 3 ile 18 gün arasında, GA₃ salımının ise 24 ile 60 saat arasında tamamlandığı belirlendi. İkinci aşamada, seçilen hidrojellerin toprak ortamındaki salım miktarlarını ölçmek amacıyla bir model olabileceği düşünülen kesikli salım çalışması gerçekleştirildi. Bu çalışmada daha yavaş salım gerçekleştiren JK-11 ve JK-15 hidrojelleri seçildi. JK-15 hidrojelinden SA'nın ve GA₃'ün kesikli salımının JK-11 hidrojeline göre daha yavaş gerçekleştiği saptandı. Çalışmanın üçüncü aşamasında ise SA ve GA₃ yüklü JK serisi hidrojellerin tarımsal alanlarda kullanımının araştırılması amaçlandı. Şişme ve salım deneyleri sonuçlarından farklı değerlere sahip üç tür hidrojel kullanılmasına karar verildi. Farklı miktarlarda SA ve GA₃ yüklü bir seri JK-7, JK-11 ve JK-15 hidrojeli hazırlandı. Ayrıca, SA yüklü JK-11 ve JK-15 hidrojelleriyle domates tohumu; GA₃ yüklü JK-11 ve JK-15 hidrojelleriyle ise ateş çiçeği ve yabani patlıcan tohumları kaplandı. Tüm örneklerin tohumlarda fide çıkışına etkileri incelendi. GA₃ yüklü jelâtin hidrojellerin yabani patlıcan tohumu fide çıkışına çok olumlu etkileri olduğu saptandı.

ABSTRACT

In the present work, a serie of the gelatin / chitosan hydrogel synthesized by using glutaraldehyde (GA) cross-linker was researched for agricultural purposes. Percentage of gelation and swelling / decomposition behaviors of hydrogel samples that prepared in different rates of gelatin-chitosan, were examined. Prepared hydrogel samples can be gel in high values and rates of their gelation somewhat decreasing based on increasing in chitosan amount were determined.

Swelling behaviors of hydrogels with time were examined in solution of Britton-Robinson buffer (pH=7,0).The swelling values of all hydrogels increasing with time and reaching a stability level of swelling value in about 24 hours were observed. When increasing the amount of chitosan, the swelling value is decreased with time, and according to our findings, the most swelling hydrogel at 30 °C, pH = 7.0 is included more amount of gelatin. Variation of the swelling behavior of hydrogels with temperature was examined in constant pH among 4-50 °C. It was observed that swelling values increase with increasing temperature, and reaching the highest value at 40 °C. Variation of the swelling behavior of hydrogel samples with pH was examined. It was observed that hydrogels which includes more gelatin content, were very swollen at low pH values, when increasing pH, swelling values were decreased, and were raised at the beginning from pH = 5.0 again. Also, when increasing chitosan amount in hydrogels, the values of swelling did not effect from the pH of medium.

Decomposition behaviors of hydrogels were evaluated at 30°C and pH = 7.0 against time. It was observed that the hydrogel which includes minimum amount of chitosan, was decomposed in 20 days, while the hydrogel which maximum amount of chitosan, was decomposed approximately 76 days.

Agricultural practices of gelatin-chitosan hydrogels were evaluated in three stages. In the first stage, JK-7, JK-11 and JK-15 hydrogels that have different values of swelling, was selected. Salicylic acid (SA) and gibberellic acid (GA₃) to these hydrogels was loaded. It was determined that hydrogels were completed releasing SA among 3 and 18 days, and releasing GA₃ among 24 and 60 hours. In the second stage, study of intermittent release as a putative model was realized to measure releasing amounts of hydrogels in the soil. For this work, JK-11 and JK-15 hydrogels that have slower releasing, was selected. Intermittent releasing of SA and GA₃ from hydrogel of JK-15 is slower than that of JK-11 hydrogel. In the third stage of the study, SA and GA₃ that incarcerated in the hydrogels of JK serie, was aimed to use of agricultural areas. As a result of the experiments of swelling and releasing has decided to use three types of hydrogels that have different values. A serie of JK-7, JK-11 and JK-15 hydrogels that included different amounts of SA and GA₃, was prepared. In addition, tomato seeds with JK-11 and JK-15 hydrogels that loaded SA, and scarlet sage (*Salvia*) and wild eggplant seeds with JK-11 and JK-15 hydrogels that loaded GA₃, were covered. Effects of hydrogels to the output of seedlings in the seeds were investigated in all samples. Gelatin hydrogels with loaded GA₃ were determined very productive to the output of seedlings in wild eggplant seeds.

PROJENİN AMACI, ÖNEMİ, KAPSAMI VE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu proje kapsamında, tarımda kullanılmak üzere bir seri biyobozunur hidrojel üretilmesi, üretilen bu hidrojellerin şişme-bozunma davranışlarının araştırılması ve uygun şişme-bozunma davranışlı olan hidrojellerin çeşitli BGD'ler içerecek şekilde üretilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca hazırlanan bu BGD yüklü hidrojellerin tarımsal uygulamalardaki etkinliğinin incelenmesi de hedeflenmiştir. Bu bağlamda bir seri jelâtin-kitosan hidrojinin hazırlanması ve bu hidrojellerin şişme/bozunma davranışlarının belirlenmesi planlanmıştır. Çapraz bağlayıcı olarak GA seçilmiştir. BGD olarak bitki gelişimini teşvik eden GA₃ ve SA kullanılmasına karar verilmiştir. Bu şekilde BGD'lerin ürettiğimiz kontrollü salım sistemi içerisinde uygulanabilirliğinin araştırılması amaçlanmıştır.

Yürütülen bu projeye tarımsal alanda karşılaşılan bazı problemlere çözüm sağlanması planlanmıştır. GA₃, SA gibi BGD'lerin hidrojellere hapsedilerek kullanılmasının bilinçsiz ve kontrolsüz BGD kullanımını azaltabileceği ve bu durumun hem tarımsal alandaki kirlenmeyi engelleyeceği hem de ekonomik alanda katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

PROJENİN YÖNTEMİ

Amaca yönelik olarak yürütülmekte olan çalışmada ilk olarak literatür taraması yapılmıştır. Temel cihazların alımı gerçekleştirilmiştir. Ön denemelerin ardından yapılan çalışmalar aşağıda başlıklar halinde anlatılmıştır.

Jelâtin-Kitosan Hidrojellerin Hazırlanması

Değişen miktarlarda jelâtin ve kitosan, sabit miktarda GA içeren hidrojeller kimyasal çapraz bağlama yöntemiyle üretildi. Gerekli miktarda jelâtin ve kitosan içerecek şekilde % 1'lik kitosan ve % 10' luk jelâtin çözeltileri kullanılarak, cam tüple içerisinde %25'lik GA çözeltisi ilavesi ile hidrojel oluşumu 24 saat oda şartlarında bekletilerek gerçekleştirildi. Tepkime sonunda silindir bloklar şeklinde elde edilen hidrojeller cam tüpler kırılarak dışarı çıkarıldı; 0,5 cm kalınlığında diskler halinde kesildi ve oda şartlarında bir gece bekletildi. Ardından bol saf su içinde defalarca yıkanarak polimerleşmeye girmeyen bileşenlerin uzaklaşması sağlandı ve bu numuneler sabit tartıma gelinceye kadar önce havada, daha sonra 30°C' de etüvde kurutuldu.

Jelâtin-Kitosan Hidrojellerin Jelleşme Yüzdelерinin Gravimetrik Olarak Tayini

Jelâtin-kitosan hidrojeller sabit tartıma gelene kadar etüvde kurutuldu (m_i), daha sonra 250,0 mL saf su içine konularak ve su banyosu sürekli tazelenerek 48 saat boyunca oda sıcaklığında bekletildi. Bu süre sonunda sudan çıkarılan hidrojeller tekrar sabit tartıma gelene kadar kurutuldu (m_s). Her bir hidrojelin jelleşme yüzdesi Eşitlik 1 kullanılarak hesaplandı.

$$\text{Jelleşme Yüzdesi} = \frac{m_s}{m_i} \times 100 \quad (1)$$

Jelâtin-Kitosan Hidrojellerin Şişme Yüzdelерinin Tayini

Bu bölümde üretilen hidrojellerin zaman, sıcaklık ve pH değişimlerine karşı şişme davranışları aşağıda sunulan alt başlıklarda ayrıntıları ile açıklandı. Tüm şişme deneyleri üçer örnek üzerinden yürütüldü.

Hidrojellerin şişme değerlerinin takibi

Hidrojellerin şişme değerlerinin zamanla değişimi 30°C' de ve pH= 7,0'da incelendi. Yıkama işlemlerinden geçirildikten sonra etüvde kurutulup sabit tartıma getirilen disk şeklindeki kuru hidrojellerin ilk tartımları (m_0) alındı ve 50,0 mL BR tamponu (pH=7,0) içeren ağzı kapalı şişelere konuldu. Belirli zaman aralıklarında ortamdan alınan hidrojeller, yüzeyleri hafif bir şekilde kâğıtla kurularak tartıldı (m) ve tekrar şişme ortamına konuldu. Bu işleme hidrojeller denge şişme değerine ulaşınca kadar devam edildi. Her bir hidrojelin yüzde şişme değeri Eşitlik 2 kullanılarak hesaplandı.

$$\text{Şişme (\%)} = \frac{m - m_0}{m_0} \times 100 \quad (2)$$

Benzer işlemler pH ve sıcaklık değişimleri uygulanarak tekrarlandı.

Hidrojellerin bozunma deneyleri 30°C'de, 50,0 mL'lik BR tamponu (pH=7,0) içerisinde yürütüldü. Bu işlem hidrojeller tamamen bozunana kadar devam edildi. Böylece hidrojellerin

kütle kayıpları takip edilerek, bozunma günleri saptanmış oldu. Bozunma davranışları Eşitlik 3 kullanılarak belirlendi.

$$\text{Bozunma (\%)} = \frac{M_d - M_t}{M_d} \times 100 \quad (3)$$

M_d : Hidrojellerin 24 saat sonunda en çok şişmiş halinin kütlesi

M_t : Bozunmakta olan hidrojellerin t anındaki kütlesi

GA₃ ve SA Salım Davranışları

Sunulan çalışmada disk biçimli üç farklı içerikteki JK-7, JK-11 ve JK-15 hidrojellerinden GA₃ ve SA salımı incelendi spektrofotometrik olarak takip edildi. Hazırlanan JK-7, JK-11 ve JK-15 hidrojel çözeltisine disk başına 4,5 mg olacak miktarda 1 mL alkolde çözünmüş SA katıldı ve 24 saat süren jelleşme sonunda SA yüklü hidrojeller üretilmiş oldu. Cam tüpler içerisinden çıkarılan silindirik blok şeklindeki hidrojeller 0,5'er cm kalınlığında diskler halinde kesilerek sabit tartıma gelinceye kadar önce oda koşullarında daha sonra 30°C'de etüvde 48 saat kurutuldu. Böylece hazırlanan SA yüklü hidrojeller salım deneyi için hazır hale getirildi.

GA₃ yüklü JK-7, JK-11 ve JK-15 hidrojellerinin fide çıkışına etkisinin araştırılması

Tohumların ekileceği 100 mL'lik kaplara eşit miktarlarda torf konuldu. 10'ar adet ateş çiçeği ve yabani patlıcan tohumları ayrı ayrı kaplara ekildi. Her bir tohum türü için tohumun yanına Hazırlanan GA₃ yüklü JK-7, JK-11 ve JK15 hidrojelleri konuldu. Tüm örnekler için eş zamanlı olarak kontrol ekimleri yapıldı. Ekim işlemlerinin ardından tüm örnekler 25°C sabit sıcaklıktaki etüv iklim dolabına yerleştirildi. 21 gün boyunca örnekler 24 saatte bir eşit miktarlarda sulandı ve fide çıkış yüzdeleri hesaplandı.

SA yüklü JK-7, JK-11 ve JK-15 hidrojellerinin fide çıkışına etkisinin araştırılması

Tohumların ekileceği 100 mL'lik kaplara eşit hacimlerde torf konuldu. 10'ar adet domates ve biber ayrı ayrı kaplara ekildi. Her bir tohum türü için tohumun yanına hazırlanan SA yüklü JK-7, JK-11 ve JK-15 hidrojelleri konuldu. Tüm örnekler için eş zamanlı olarak jelsiz kontrol ekimleri yapıldı. Ekim işlemlerinin ardından tüm örnekler 25°C sabit sıcaklıktaki etüv iklim dolabına yerleştirildi. 21 gün boyunca örnekler 24 saatte bir eşit miktarlarda sulandı ve fide çıkış yüzdeleri hesaplandı.

PROJENİN SONUÇLARI/BULGULARI

Jelâtin-Kitosan Serisi Hidrojellerin Üretimi ve Jelleşme Yüzdeleri Sonuçları

Jelâtin-Kitosan (JK) serisi hidrojellerin jelleşme yüzdeleri incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 1’de verilmiştir.

Hidrojeller	Jelâtin (g)	Kitosan (g)	GA(g)	Jelleşme (%)
JK-1	0,9	0,01	0,4	90,5
JK-2	0,8	0,02	0,4	92,3
JK-3	0,7	0,03	0,4	92,8
JK-4	0,6	0,04	0,4	91,3
JK-5	0,5	0,05	0,4	89,1
JK-6	0,4	0,06	0,4	91,7
JK-7	0,9	0,01	0,4	88
JK-8	0,8	0,02	0,4	85
JK-9	0,7	0,03	0,4	86
JK-10	0,6	0,04	0,4	87
JK-11	0,5	0,05	0,4	84
JK-12	0,4	0,06	0,4	89
JK-13	0,3	0,07	0,4	87
JK-14	0,2	0,08	0,4	83
JK-15	0,1	0,09	0,4	85

Çizelge 1 Üretilen hidrojellerin bileşenleri ve jelleşme yüzdeleri

Çizelge 1’de sunulan jelleşme yüzde değerleri incelendiğinde, JK-1 ve JK-6 arasındaki hidrojellerde jelleşme oranlarının birbirine çok yakın olduğu görülür. Kitosan miktarındaki artışın az olması nedeniyle jelleşme yüzdeleri çok etkilenmemiş buna karşılık şişme değerleri çok değişmiştir. Dolayısıyla şişme davranışının doğrudan kitosana bağlı olduğu düşünülebilir.

JK serisi hidrojellerin şişme davranışlarının zamanla değişimi

JK serisi hidrojellerin şişme davranışları 30 °C’de ve pH = 7,0’da zamana karşı değişimi incelenmiştir. Hidrojellerin ortalama şişme değerlerinin zamanla değişim sonuçları grafiğe

alınarak Şekil 1 ve Şekil 2’de sunulmuştur. Görüldüğü gibi, tüm hidrojellerin şişme değerleri zamanla artmış ve yaklaşık 24 saat civarında dengeye ulaşmıştır. Sabit kaldığı bu şişme değeri daha sonra yapılan deneylerde denge şişme süresi olarak kullanılacaktır. JK-1, JK-6 arasındaki hidrojellerin şişme davranışları değerlendirilirse, jelâtin içerisine çok az miktarda kitosan ilavesinin, şişme (%) değerini etkili biçimde düşürdü görülür. Şişme testlerinin bu aşamasında en tutarlı sonuçların JK serisi hidrojelleri için elde edildiği belirlendiğinden, bundan sonraki tüm çalışmaların bu seri hidrojel üzerinden yürütülmesine karar verilmiştir. Ayrıca küre biçimli jellerin gerek üretimleri, gerek dayanıklılığı ve gerekse etken madde yüklemesi zorluğu nedeniyle çalışmanın diğer aşamalarında kullanılmaması kararına yol açmıştır.

JK serisi hidrojellerin şişme değerlerinin sıcaklıkla değişimi

JK serisi hidrojellerin şişme davranışları pH=7,0’da farklı sıcaklıklara karşı değişimi incelenmiştir. Sıcaklıkla tüm hidrojellerin şişme değerleri önce artmış ve bütün hidrojeller 40 °C’de en yüksek şişme değerlerine ulaşmıştır. En fazla şişme gösteren JK-1 en az şişme gösteren ise JK-15 hidrojelidir. Diğer hidrojellerin şişme davranışları, şişme süresi için yürütülen deneylerden elde edilen sonuçlarla uyum içindedir.

JK serisi hidrojellerin şişme değerlerinin pH ile değişimi

JK serisi hidrojellerin şişme davranışları 30 °C’de farklı pH’lara karşı değişimi incelenmiştir. Hidrojellerin ortalama şişme değerlerinin zamanla değişim sonuçları grafiğe alınarak Şekil 3 ve Şekil 4’ da sunulmuştur. Sonuçlardan görüleceği gibi, hidrojeller düşük pH değerlerinde yüksek şişme değerlerine ulaşmış; pH’ın artması ile şişme değerleri önce azalmış, pH=5’ den sonra ise şişme değerleri yeniden yükselmiştir. Bu durum kullandığımız jelâtinin izoelektrik noktasına bağlı olarak açıklanabilir. Bilindiği gibi jelatinin pI değeri 5,0’ dır ve bu bölümde elde edilen en düşük şişme değeri jelatinin pI değeri ile uyumludur.

JK Serisi Hidrojellerin Bozunma Davranışları

Tüm hidrojellerin bozunma davranışları 30°C’ de ve pH=7,0’da incelenmiştir. Bozunma test sonuçlarından görüleceği gibi en hızlı olarak JK-1 hidrojeli yaklaşık 30 gün sonunda bozunmaya uğramıştır. JK-15 hidrojeli ise bozunma sürecini 75 gün sonunda tamamlamıştır.

GA₃ ve SA Salım Davranışları

Sunulan çalışmada disk biçimli üç farklı içerikteki JK-7, JK-11 ve JK-15 hidrojellerinden GA₃ ve SA salımı incelenmiştir. Söz konusu hidrojellerin seçilme sebebi, farklı şişme değerlerine sahip olmalarıdır. Deneylerin sonuçları aşağıda alt başlıklar halinde sunulmuştur.

JK-7, JK-11 ve JK-15 Hidrojellerinden GA₃ Salımı

GA₃ yüklü hidrojellerin salım çalışmaları takip edilmiş, değerler Şekil 5’de grafiğe alınarak sunulmuştur. Bu grafikten görüldüğü gibi, tüm hidrojellerden GA₃ salımı önce zamanla artmış ve yaklaşık 24 ile 60 saat arasında sabitlenmiştir. En yüksek salım hızı JK-7 hidrojel için, en düşük salım hızı ise JK-15 hidrojel için elde edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar şişme davranışları ile uyumludur.

JK-7, JK-11 ve JK-15 Hidrojellerinden SA Salımı

SA yüklü hidrojellerin salım çalışmaları takip edilmiş, sonuçlar grafiğe alınarak Şekil 6’de sunulmuştur. Bu grafikten görüldüğü gibi, en fazla jelatin içeren JK-7 hidrojelinsalım en yüksek hızda gerçekleşmiş ve yaklaşık 3 gün sonunda % 98 toplam salım değerine ulaşılmıştır. JK-11 hidrojelinde salım hızının daha düşük olduğu ve salımın yaklaşık 12 günde tamamlandığı saptanmıştır. Kitosan miktarı arttıkça, salım hızının daha da düştüğü ve JK-15 hidrojelinden SA salımının yaklaşık 18 günde tamamlandığı belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçların şişme davranışları ile uyumlu olduğu söylenebilir.

GA₃ yüklü JK-7, JK-11 ve JK-15 hidrojellerinin yabani patlıcan tohumunda fide çıkışına etkisi

GA₃ yüklü hidrojellerin yabani patlıcan tohumlarının fide çıkışı üzerine etkileri incelenmiş ve elde edilen fide çıkış yüzdeleri ile ilgili değerler Çizelge 2’de sunulmuştur.

JK-7										
GA ₃ (mg)	0,5		1,0		2,5		5,0		10,0	
Örnek Tohum	K	Y	K	Y	K	Y	K	Y	K	Y
Yabani patlıcan	0	0	0	0	0	0	0	70	0	0
JK-11										
GA ₃ (mg)	0,5		1,0		2,5		5,0		10,0	
Örnek Tohum	K	Y	K	Y	K	Y	K	Y	K	Y
Yabani patlıcan	0	40	0	50	0	0	0	0	0	90
JK-15										
GA ₃ (mg)	0,5		1,0		2,5		5,0		10,0	
Örnek Tohum	K	Y	K	Y	K	Y	K	Y	K	Y
Yabani patlıcan	0	0	0	0	0	60	0	0	0	80

Çizelge 2 GA₃ yüklü hidrojenlerin fide çıkışına etkileri (%) (K:kontrol, Y: GA₃ yüklü hidrojel)

Çizelge 2’de görüldüğü gibi, aynı miktarlarda GA₃ yüklü üç ayrı hidrojel örneği için yabancı patlıcan tohumunda farklı fide çıkış değerleri elde edilmiştir. En yüksek fide çıkış değerleri 10,0 mg GA₃ yüklü JK-11 ve JK-15 hidrojenleri için belirlenmiştir. En düşük fide çıkış değerleri ise 0,5 ve 1,0 mg GA₃ yüklü JK-11 hidrojelinde görülmüştür. Ayrıca 2,5 mg GA₃ yüklü JK-7 ve 5 mg GA₃ yüklü JK-11 hidrojenleri için elde edilen fide çıkış yüzdelerinin nispeten birbirine yakın değerlerde olduğu saptanmıştır. Diğer taraftan kontrol grubu örneklerinde fide çıkışının gerçekleşmemesi dikkat çekici bir durumdur. Tüm sonuçlar incelendiğinde GA₃ yüklü JK-11 hidrojeninin, JK-7 ve JK-15 hidrojenine göre fide çıkışını teşvik etmede daha başarılı olduğu söylenebilir. GA₃ yüklü JK-11 ve JK-15 hidrojenlerinin yabancı patlıcan tohumunda fide çıkışına etkisi Resim 1’de sunulmuştur.

SA yüklü JK-7, JK-11 ve JK-15 hidrojenlerinin domates tohumunda fide çıkışına etkisi

SA yüklü hidrojenlerin domates tohumlarının fide çıkışı üzerine incelenmiş ve elde edilen fide çıkış yüzdeleri ile ilgili değerler Çizelge 3’de sunulmuştur. Görüldüğü gibi 5 mg SA yüklü JK-7

hidrojelinin domates tohumunda fide çıkışına etkisi kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuştur. Diğer SA yüklü örneklerin ise fide çıkışına etkilerinin kontrol grubuna göre aynı veya düşük değerde olduğu görülmüştür. SA yüklü JK-7 hidrojelinin domates tohumunda fide çıkışına etkisi Resim 2’de sunulmuştur.

JK-7								
SA (mg)	1,0		2,5		5,0		10,0	
Örnek Tohum	K	Y	K	Y	K	Y	K	Y
Domates	50	50	50	40	50	100	50	40
JK-11								
SA (mg)	1,0		2,5		5,0		10,0	
Örnek Tohum	K	Y	K	Y	K	Y	K	Y
Domates	50	50	50	40	50	30	50	40
JK-15								
SA (mg)	1,0		2,5		5,0		10,0	
Örnek Tohum	K	Y	K	Y	K	Y	K	Y
Domates	50	40	50	50	50	40	50	30

Çizelge 3. SA yüklü hidrojellerin fide çıkışına etkileri (%) (K:kontrol, Y: SA yüklü hidrojel)

SONUÇLAR

- GA₃ yüklü JK-7, JK-11 ve JK-15 hidrojellerinin yabani patlıcan tohumunda fide çıkış etkileri 21 gün süreyle takip edildi. Kontrol gruplarında fide çıkışı gözlenmedi. 0,5, 1,0 ve 10,0 mg GA₃ yüklü JK-11 hidrojel örneklerinin fide çıkış etkilerinin sırasıyla %40, %50 ve %90 olduğu saptandı. JK-15 hidrojeli için 2,5 ve 10,0 mg GA₃ yüklü örneklerinde %60 ve %80 fide çıkış yüzdeleri belirlendi. 5,0 mg GA₃ yüklü JK-7 hidrojelinde ise fide çıkış etkisi %70 olarak elde edildi.
- GA₃ yüklü JK-7, JK-11 ve JK-15 hidrojellerinin ateş çiçeği tohumunda fide çıkış etkileri 21 gün süreyle takip edildi. 0,5 ve 1,0 mg GA₃ yüklü JK-11 hidrojel örneklerinin fide çıkış

etkilerinin sırasıyla %70 ve %90 olduğu belirlendi. 1,0 mg GA₃ yüklü JK-7 hidrojelinde ise fide çıkış etkisi %70 olarak elde edildi. Diğer örneklerin fide çıkış yüzde değerlerinin kontrol grubuyla aynı veya düşük olduğu saptandı.

- SA yüklü JK-7, JK-11 ve JK-15 hidrojellerinin domates tohumunda fide çıkış etkileri 21 gün süreyle takip edildi. 5,0 mg SA yüklü JK-7 hidrojelinin fide çıkışına etkisi %100 olarak belirlendi. Diğer örneklerin fide çıkış yüzde değerlerinin kontrol grubuyla aynı veya düşük olduğu saptandı.
- SA yüklü JK-7, JK-11 ve JK-15 hidrojellerinin biber tohumunda fide çıkış etkileri 21 gün süreyle takip edildi. 1,0 mg SA yüklü JK-7 hidrojelinin fide çıkışına etkisi %80 olarak belirlendi. Diğer örneklerin fide çıkış yüzde değerlerinin kontrol grubuyla aynı veya düşük olduğu saptandı.

Yürütülen projenin sonuçları değerlendirildiğinde, JK-7, JK-11 ve JK-15 hidrojellerinden toprak ortamına salınan farklı miktarlarda GA₃'ün, yabancı patlıcan tohumunda fide çıkışını belirgin şekilde artırdığı söylenebilir. Yabancı patlıcanın zor çimlenen bir bitki ve tarımsal alanlarda birim alandan elde edilen domates verimini artırdığı gerçeğinden hareketle, elde edilen deneysel verilerin bu konuda umut verici olduğu söylenebilir. Ayrıca ateş çiçeği için elde edilen sonuçlar da, bu konuda daha fazla çalışma yapılabileceği görüşünü ortaya koymaktadır. SA ile yürütülen çalışmalardan elde edilen sonuçlar ise, GA₃'e göre daha verimsiz bir durum sergilemektedir.

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)
Temmuz 2011	Haziran 2013	-	-	23

Proje Bütçesi: 9 600 TL		
Harcanan	Kalan	Ek Bütçe
9 600	-	-

3. PROJE ÇIKTILARI

Yazılı Ürünler

- Ayhan Ekmekci ve Mehlika Pulat, “Jelâtin-Kitosan Hidrojellerin Şişme ve Bozunma Davranışlarının İncelenmesi”, IV. Ulusal Polimer Bilim ve Teknoloji Kongresi, Çanakkale (2012)
- Çalışma sonuçlarını derleyen makale hazırlanmaktadır.

Proje Konusu Olarak Yüksek Lisans veya Doktora Konusu Olan Tezler

AYHAN EKMEKCİ ye ait “ÇEŞİTLİ BİTKİ GELİŞİM DÜZENLEYİCİLERİ İÇEREN BİYOBOZUNUR HİDROJEL SİSTEMLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ VE TARIMSAL UYGULAMALARI” başlıklı doktora tezi Temmuz-2012 de tamamlanmıştır.

Yazılım ve Donanım Ürünleri;

Patent(ler) / Faydalı Model(ler)

Proje Sonunda Ortaya Çıkan Ürün Hakkında Bilgiler

Üniversiteye, Ülkeye ve/veya Bilime Sağlanan Katkılar

Doğal olarak bitkilerde oluşan, büyüme ile buna bağlı diğer fizyolojik hareketleri kontrol eden ve oluştukları yerden bitkinin başka yerlerine taşınabilen, çok az miktarlarda bile etkilerini gösterebilen organik maddelere ‘Bitki Gelişim Düzenleyicileri’ (BGD) veya Bitkisel Hormonlar’’ denir. BGD’ ler, bitki bünyesinde üretildikleri gibi, sentetik olarak da elde edilebilirler. Bir kısmı, bitkilerde uyarıcı veya teşvik edici etki gösteren BGD’ lerin, bir kısmı da, büyümeyi kısıtlayıcı veya yavaşlatıcı, hatta durdurucu etki gösterirler.

BGD’lerin kontrolsüz ve bilinçsiz bir şekilde aşırı miktarlarda kullanımı neticesinde, ürünlerde oluşan kalıntılar insan ve çevre sağlığı üzerinde çeşitli toksik etkilere neden olmaktadır. BGD’ler canlı sistemden tamamen atılamayıp organlarda depolanmakta ve fonksiyon bozukluklarına neden olmaktadır. Tarımsal alanda BGD’lerin etkinliğini artırmak ve bitkilerin yüksek oranda yararlanmalarını sağlamak, kayıpları en aza indirip çevre üzerinde ortaya çıkabilecek olumsuzlukları azaltacaktır. Bunu sağlayacak yöntemlerden biri olarak BGD’lerin kontrollü bir biçimde toprağa verilmesi düşünülebilir. Böylelikle BGD’lerin etkinliğinin artırılması ve çevre kirliliğinin en aza indirilmesi sağlanabilir.

Yürütülen bu proje temel olarak, BGD lerin kontrollü bir şekilde kullanımını sağlamaktadır. Bu şekilde tarımsal üretime olumlu katkılar sağlanabilecektir. BGD lerin kontrolü kullanımı çevreye ve tarımsal ürünlere gelebilecek zararlı etkileri de ortadan kaldıracaktır.

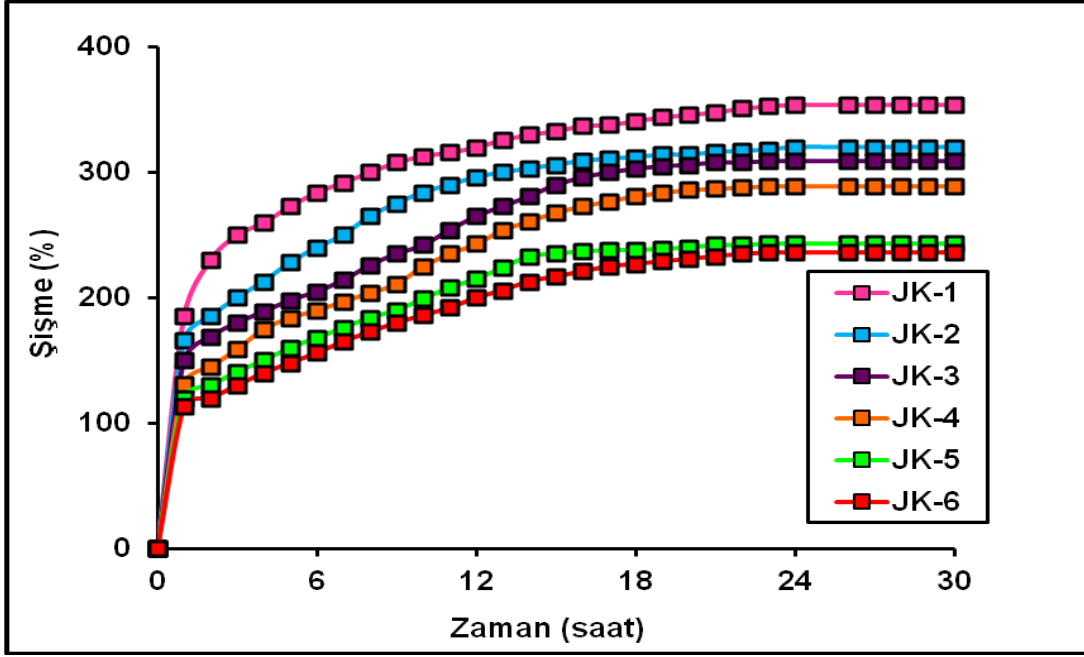
Polimerik hidrojellerin bu hedef doğrultusunda kullanılması çalışmanın en orijinal yönüdür. Bu konuda ve bu kapsamda bir araştırma, literatürde yoktur. Elde edilen sonuçların umut vericidir. Ayrıca bu çalışma yapılabilecek pek çok tarımsal uygulamaya da değerli bir yol açmıştır.

4. PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ TARAFINDAN YAPILACAK GENEL DEĞERLENDİRME

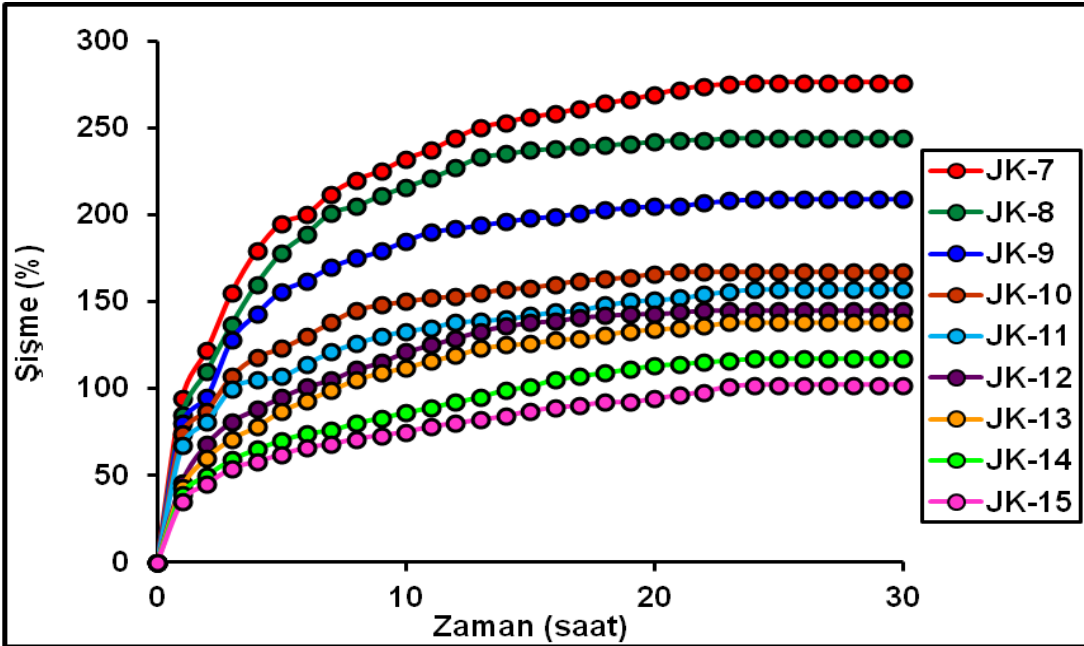
Yürütülen proje, hidrojellerin tarımsal alanlarda uygulamalarına yönelik bir yenilik içermektedir. Geleneksel gübreleme yöntemlerine bir alternatif olması öngörüşü ile yola çıkılmıştır. Elde edilen sonuçlar yüz güldürücü ve umut vericidir. Benzer çalışmaların yürütülmesi, tarımsal çıktıları olan ülkemiz için önemlidir.

Bu tür çalışmalar, disiplinler arası çalışmalardır. Bilhassa ziraat fakülteleri ile ortak çalışmalar faydalı olacaktır. Ancak, her türlü etkinliğin araştırılması, bir iklimlendirme ortamı gerektirmektedir. Bu nedenle, daha sonraki çalışmalarda da kullanmak üzer bir iklimlendirme dolabına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu cihazın temini için talebim geri çevrilmiştir. Bir sonraki projede bu talebimi bir kez daha dile getirerek, polimer kimyasındaki bilgi ve birikimlerimi, tarımsal uygulamalarda kullanmak üzere çalışmalarına devam etme görüşündeyim.

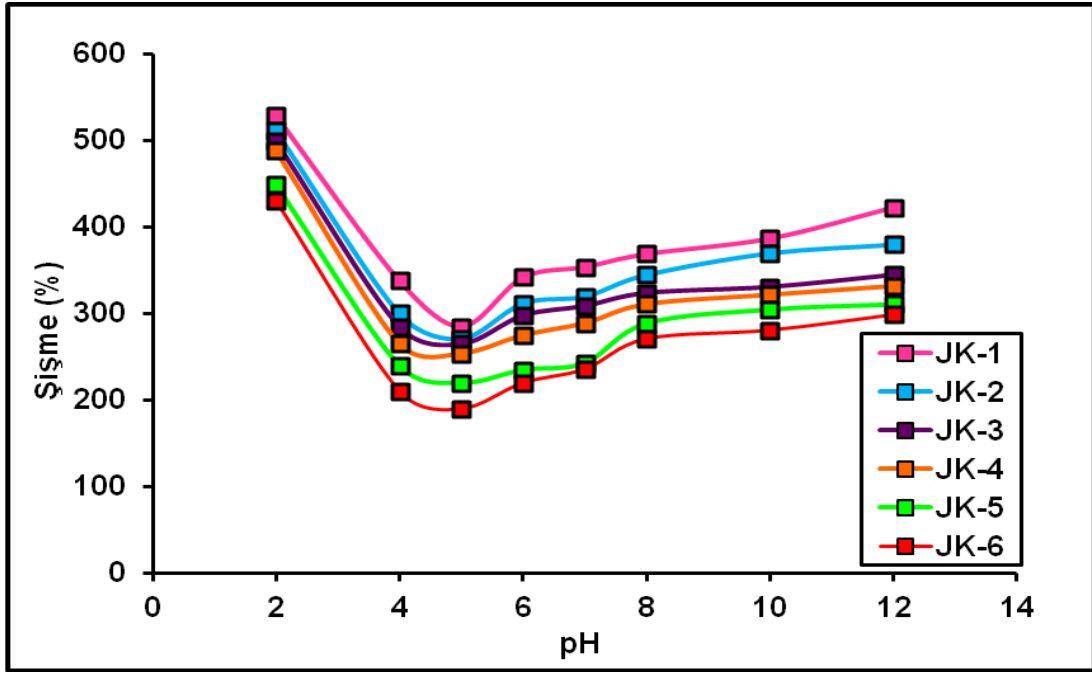
5. EKLER



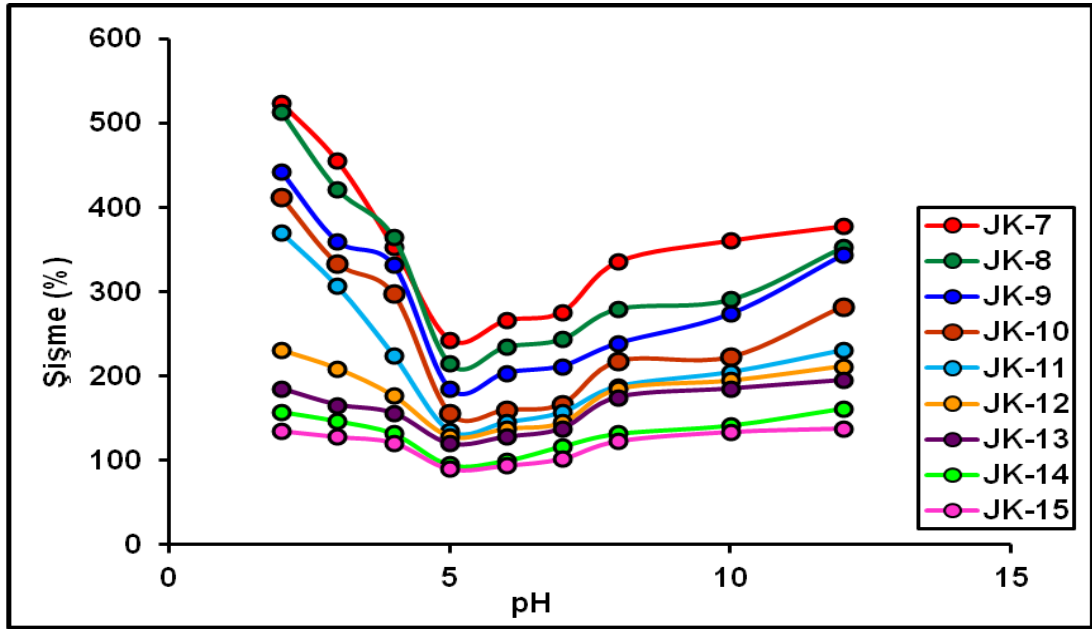
Şekil 1 JK serisi hidrojellerin ortalama şişme (%) değerlerinin zamanla değişimi grafiği (30°C; pH=7,0)



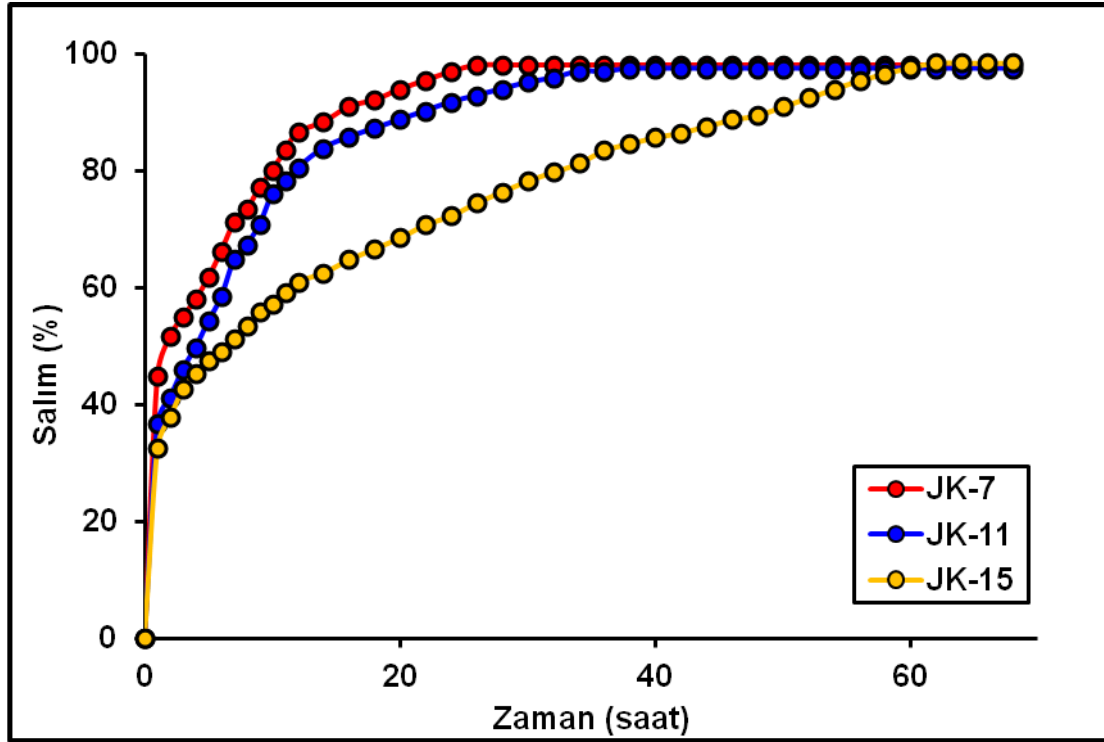
Şekil 2 JK serisi hidrojellerin ortalama şişme (%) değerlerinin zamanla değişimi grafiği (30°C;pH=7,0)



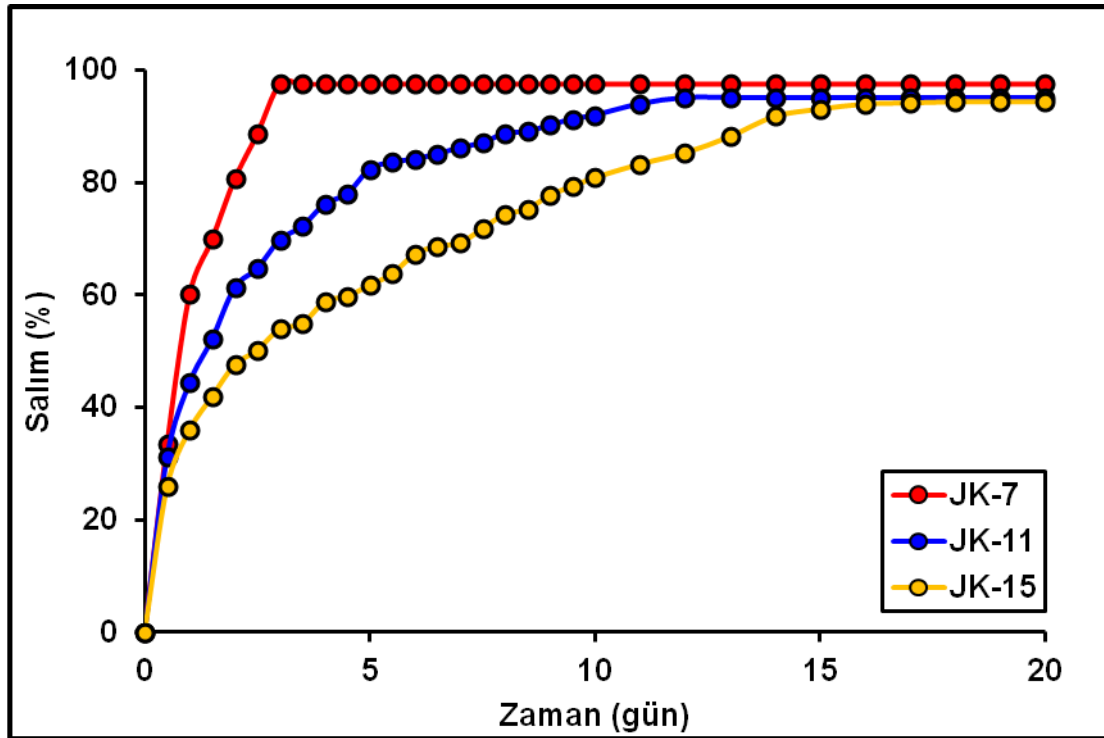
Şekil 3 JK serisi hidrojellerin ortalama şişme (%) değerlerinin pH ile değişimi grafiği (30°C;24 saat)



Şekil 4 JK serisi hidrojellerin ortalama şişme (%) değerlerinin pH ile değişimi grafiği (30°C; 24 saat)



Şekil 5 JK-7, JK-11 ve JK-15 hidrojellerinden GA₃ salımının zamanla değişimi grafiği



Şekil 6 JK-7, JK-11 ve JK-15 hidrojellerinden SA salımının zamanla değişimi grafiği



Resim 1 GA₃ yüklü JK-11 hidrojelinin yabani patlıcan tohumunda fide çıkışına etkisi
a) Kontrol grubu b) 0,5 mg GA₃ c) 1,0 mg GA₃



Resim 2 SA yüklü JK-7 hidrojelinin domates tohumunda fide çıkışına etkisi
a) Kontrol grubu b) 5 mg SA