

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Atık Su Uygulamalarının Kanola'da (*Brassica napus* L.) Yağ Oranı ve Yağ Asitleri Kompozisyonuna Etkisi

Talip ÇAKMAKCI^{1*}, Yusuf UÇAR², Sabri ERBAŞ³

¹Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Van

²Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Isparta

³Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta

*e-posta: talipcakmakci@yyu.edu.tr

Özet: Bu çalışma, atık su uygulamalarının kanola (*Brassica napus* L.) bitkisinin yağ oranı ve yağ kompozisyonuna etkisinin belirlenebilmesi amacıyla Süleyman Demirel Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezinde sera koşullarında saksı çalışması olarak yürütülmüştür. Çalışmada yazlık kanola (*Brassica napus* L. cv. Licolly) bitkilerine farklı nem düzeylerinde (Kontrol: 20 kPa, S1: 20 kPa, S2: 35 kPa, S3: 50 kPa, S4: 65 kPa, S5: 80 kPa) atık su uygulaması yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen tohumların yağ oranları Soxhlet ekstraksiyon yöntemi ile yağ asitleri kompozisyonu ise GC cihazı ile belirlenmiştir. Araştırmada, farklı kPa düzeylerinde yapılan atık su uygulamaları kanola tohumlarında yağ oranını istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilemiş ve tohumların yağ oranları uygulamalara bağlı olarak %35.1-42.4 arasında değişim göstermiştir. Farklı atık su uygulamalarının yağ asidi kompozisyonu üzerine etkisi de önemli olmuş, yağı oluşturan palmitik asit, stearik asit, oleik asit ve linoleik asit, linolenik asit ve eikosanoik asit sırasıyla %6.21-4.21, %4.15-2.27, %73.98-63.90, %17.88-14.59, %1.93-0.93 ve %5.12-3.41 arasında değişim göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Atık su, Kanola, Toprak nemi, Yağ oranı, Yağ asitleri kompozisyonu

The Effect of Wastewater Applications on Oil Content and Compositions of Canola (*Brassica napus* L.)

Abstract: This study was carried out in order to determine the effects of wastewater applications on oil content and compositions of canola (*Brassica napus* L.) as a pot experiment in greenhouse conditions at Suleyman Demirel University Agricultural Research and Application Center. In The study wastewater applications having different humidity levels (control: 20 kPa, Q1: 20 kPa, Q2: 35 kPa, Q3: 50 kPa, Q4: 65 kPa, and Q5: 80 kPa) were applied to summer canola (*Brassica napus* L. cv. Licolly) cultivar. The oil content of seed was determined by Soxhlet extraction method and fatty acid composition was determined by GC-MS. In the study, waste water applications at different kPa levels significantly influenced the canola seed oil rate and the oil proportion of the seeds ranged from 35.1% to 42.4% depending on the application. Fatty acid composition of different waste water treatments also had a significant effect on the oil forming palmitic acid, stearic acid, oleic acid and linoleic acid, linolenic acid and eicosanoic acid in canola oil ranged from 6.21% to 4.21%; from 4.15% to 2.27%; from 73.98% to 63.90%; from 17.88% to 14.59%; from 1.93% to 0.93% and from 5.12% to 3.41%, respectively.

Keywords: Wastewater, Canola, Soil humidity, Oil content, Fatty acid composition

Giriş

Dünya nüfusunun hızla artması ve endüstrileşmenin artması, mevcut su kaynaklarına olan talebi artırmaktadır. Artan nüfusun ve gelişen sanayinin ihtiyacı da göz önüne alındığında mevcut su kaynaklarının etkin biçimde kullanılmasının yanında, evsel, endüstriyel, tarımsal ve diğer kullanımlar sonucunda kirlenmiş veya özellikleri kısmen veya tamamen değişmiş sular olarak tanımlanan atık suların tarımda yeniden kullanılması gereği ortaya çıkmaktadır.

Tarımda atık su kullanımının; temiz su kaynaklarının korunumu, çiftçilerin daha az kimyasal gübre kullanımı ve özellikle kurak ve yarı-kurak alanların güvenilir bir su kaynağına kavuşması gibi doğrudan

faedalarının yanı sıra, nehirlerin, göllerin ve diğer yüzey su kaynaklarının kirlenmesinin önlenmesi ve yerel yönetimlerin düşük maliyetle nispeten hijyenik bir yolla atık sudan kurtulmaları gibi dolaylı faedaları vardır (Van Der Hoek ve ark. 2002). Sayılan bu faedaların yanında atık suların tarımda yeniden kullanılmasıyla ortaya çıkabilecek risk etmenleri bulunmaktadır. Bazı risk etmenleri kısa sürede etkili olurlar ve ortaya çıkan etkinin şiddeti, insanların, hayvanların veya çevrenin bu risk etmenlerine temas potansiyeline bağlı olarak değişir (Kukul ve Anaç 2008). Diğer risk etmenleri ise daha uzun sürelerde ve arıtılmış suyun sürekli kullanılmasıyla artan (toprak tuzluluğu, toksik kimyasalların etkileri gibi) etkiye sahiptir (Toze 2006). Bünyesinde metal biriktirebilen yaklaşık 400 çeşit bitki olduğu belirtilmektedir. Bu özelliğe sahip yaygın familyalar Asteraceae, Brassicaceae, Caryophyllaceae, Euphobiaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Poaceae ve Vialaceae'dir. Bu familyalardan Brassicaceae familyası 11 cins ve 87 tür ile bünyesinde metal biriktirebilen bitkiler arasında en yaygın ve geniş familyadır (Baker ve ark. 1997). Kanola (*Brassica napus* L.) zengin yağ içeriği nedeniyle gıda sanayisinde, zengin protein içeriği nedeniyle yem sanayisinde, ilkbaharda ilk çiçek açan bitkiler arasında olması sayesinde arıcılıkta ve biyodizel üretiminde yaygın olarak kullanılabilen bir bitkidir (Çabukel ve ark. 2009). Türkiye'de kanola ekim alanı 2011'de 26.8 ha iken 2014 yılında %21'lik bir artışla bu rakam 32.1 ha'a çıkmıştır (TÜİK 2014).

Çok farklı amaçlar için yetiştiriciliği yapılan ve bünyesinde ağır metal biriktirebilme özelliğine sahip olan kanola bitkisinin sulanmasında atık su kullanımı tatlı suyun sulama amaçlı kullanımını azaltacak alternatif bir su kaynağı olarak ortaya çıkmaktadır. Atık su kullanılarak kanola yetiştirilmesi durumunda ise tohum verimi ve yağ içeriklerinin bilinmesi gereği vardır. Bu çalışmada atık suyun kanolanın tohum verimine, yağ oranına ve yağ kompozisyonuna etkisi belirlenmiştir.

Materyal ve Metot

Çalışma, 2010 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezinde bulunan cam serada tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak saksı denemeleri şeklinde yürütülmüştür. Denemede kullanılan toprak, hava kuru halde iken dövülerek 4 mm'lik plastik elek ile elenmiş ve 50 kg'lık saksılara doldurulmuştur. Denemede kullanılan toprağın bazı özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Araştırmada materyal olarak yazlık "Licolly" kanola çeşidi (*Brassica napus* L.) kullanılmıştır. Saksılardaki nem tarla kapasitesine getirilmiş ve her saksıya Nisan ayının ikinci haftasında 16 adet kanola tohumu ekilmiştir. Çıktılar tamamlandıktan sonra tüm saksılarda 10 bitki kalacak şekilde seyreltme yapılmıştır.

Çizelge 1. Deneme toprağının bazı özellikleri

Parametreler	Değer
Kum, %	30.09
Silt, %	41.20
Kil, %	28.71
CaCO ₃ %	26.44
pH	7.77
EC, dS m ⁻¹	0.405
KDK, me 100 g ⁻¹	28.18

Denemede kullanılan atık su Isparta Belediyesi Atıksu Arıtım tesisinden temin edilmiştir. Atık su, çalışma süresince sulama yapılacağı dönemlerde ihtiyaç duyulduğu kadar getirilmiştir. Atık suyun bazı özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir. Saksılara kontrol uygulamasının dışında 5 farklı nem geriliminde sulama yapılmıştır. Kontrol uygulamasında toprak nem gerilimi 20 (±3) kPa'ya eriştiğinde şebeke suyu ile sulanmıştır. Atık su uygulamaları ise S1: 20 (±3) kPa, S2: 35 (±3) kPa, S3: 50 (±3) kPa, S4: 65 (±3) kPa ve S5: 80 (±3) kPa'ya eriştiğinde sulama yapılacak şekilde düzenlenmiştir. Toprak nem geriliminin ölçülmesinde tansiyometre (Soilspec marka, SST102G model) kullanılmıştır (Şekil 1).

Çizelge 2. Denemede kullanılan atık suyun özellikleri

Parametreler	Değer (mg l^{-1} , dS m^{-1})
Bakır	0.0097
Çinko	0.098
Kurşun	ND
Kadmiyum	ND
Krom	0.014
Nikel	0.0183
Civa	0.815
pH	7.57
EC	0.825

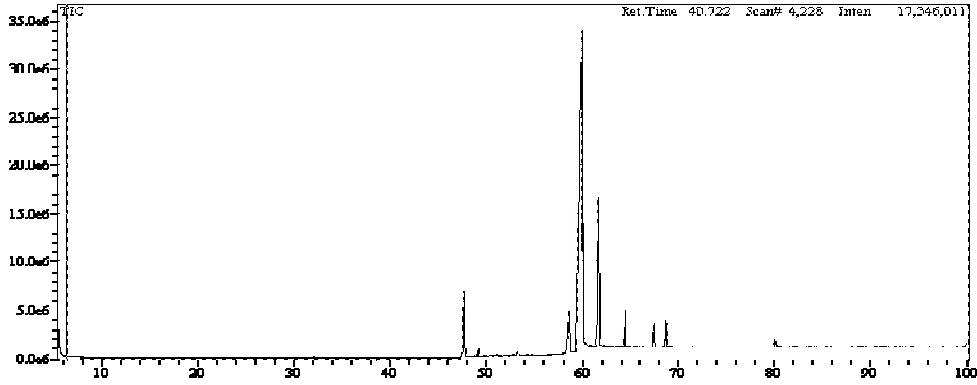
Kanola harnupları sararmaya başladığı dönemde (Temmuz ayının son haftası) hasat işlemine başlanılmıştır. Bitkiler olgunlaştığında her saksıdan rastgele üç bitki seçilmiş ve hasat yapılmıştır. Elde edilen tohumlar tartılmış ve gr/saksı olarak tohum verimleri hesaplanmıştır. Kurutularak öğütülen kanola tohumunun ham yağ içeriği Soxhlet ekstraksiyon cihazında belirlenmiştir (Anonim 1993).



Şekil 1. Kanola bitkisinin farklı gelişme dönemlerinden görüntüler.

Tohum verimi ve yağ oranı değerlerinden gidilerek yağ verimi değeri gr/saksı olarak hesaplanmıştır. Kanola tohumunun yağ asitleri kompozisyonu, Süleyman Demirel Üniversitesi Deneysel ve Gözlemsel Araştırma ve Uygulama Merkezi laboratuvarında bulunan gaz kromatografisi cihazında belirlenmiştir. 1g kurutulmuş öğütülmüş kanola tohumu hekzan/isopropanol (3:2, v/v) karışımında soğuk ekstraksiyona tabii tutulmuş ve rotary evaporatörde solvent karışımı uçurulduktan sonra elde edilen ham yağ Marquard (1987) tarafından önerilen yöntemle metil esterlerine (FAME) dönüştürülmüştür. Üzerinde Flame Ionizing Detector (FID) ile MN FFAP (50 m x 0.32 mm i.d.; 0.25 μm) kolonu takılı bulunan gaz kromatografisinde (Perkin Elmer Auto System XL) yağ asitlerine ilişkin kromatogramlar (Şekil 2) elde edilerek palmitik (C16:0), stearik (C18:0), oleik (C18:1), linoleik (C18:2), linolenik (C18:3) ve eikosenoik asidin (C20:1) oranları tespit edilmiştir. GC çalışma koşulları şu şekildedir; Dedektör: MN FFAP (50 m x 0.32 mm i.d.; 0.25 μm), fırın sıcaklığı: 120°C/1 dak.// 6°C/dak.// 240°C/15 dak., enjektör sıcaklığı: 250°C, detektör sıcaklığı 260°C, taşıyıcı gaz: He (40 ml/dak.), split oranı: 1/20 ml/dak., enjektör kapasitesi: 0.5 μl .

Deneme konularının tohum verimi, yağ verimi, yağ oranı ve yağ asitleri oranlarına ilişkin varyans analizleri MINITAB (2010) programında ve ortalamalar arasındaki önemlilik LSD testi (%1) ile MSTAT-C programında kontrol edilmiştir (MSTAT-C, Michigan State Univ, USA, 1989).



Şekil 2. Kanola yağının GC ile ilde edilmiş yağ asitleri kromotogramı (S3 nolu uygulama).

Bulgular ve Tartışma

Tohum Verimi, Yağ Verimi ve Yağ Oranı

Araştırmada deneme konularına göre tohum verimleri, yağ verimleri ve yağ oranları Çizelge 3'te sunulmuştur. Her üç özellik bakımından da ortalamalar arasındaki farklar hem kontrol uygulaması ile atık su uygulamaları arasında hem de atık su uygulamalarının kendi içerisinde %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Deneme konularına göre en yüksek verim atık su ile sulanan ve toprak nem gerilimi 20 kPa düzeyinde tutulan S1'den elde edilmiş (39.82 gr/saksı) bunu S2 (33.02 gr/saksı), S3 (30.21 gr/saksı), S4 (31.64 gr/saksı) ve S5 (19.37 gr/saksı) izlemiştir. Bütün deneme konuları göz önüne alındığında en düşük verim şebeke suyu ile sulanan kontrol uygulamasından (10.96 gr/saksı) elde edilmiştir. Bu değerlerden de anlaşılacağı gibi atık su uygulamaları içerisinde en düşük verimin elde edildiği S5 (19.37 gr/saksı) konusundan elde edilen verim kontrol uygulamasından elde edilen verime (10.96 gr/saksı) göre yaklaşık 2 kat daha fazladır. Sakellariou- Makrantonaki ve ark. (2003), atık su ile sulanan süs çalılarının bitki taç çaplarının kontrole göre daha büyük olduğunu belirtmişlerdir. Friedel ve ark. (2000), ise atık sular ile sulanan topraklarda organik madde miktarının arttığını bildirmişlerdir.

Çalışmada S1 uygulamasında görülen verim artışı atık suda bulunan çinko ve bakır elementlerinin varlığına bağlı olabilir. Diğer taraftan S1 uygulamasından sonra verimde gözlenen azalma krom, nikel ve civa gibi elementlerin konsantrasyonunun artışına bağlı olarak toksik etki göstermesinden kaynaklanabilir. Ayrıca atıksu EC değerinin toprak EC değerinden yüksek olmasının yüksek konsantrasyonlarda uygulanan atık suyun toprak tuzluluğunu artırdığı ve buna bağlı olarak da verimin azalabileceği düşünülmektedir.

Araştırmada en yüksek yağ oranı, kontrol uygulamasında elde edilirken (%42.40), bunu sırasıyla S1 (%38.37), S3 (%37.07), S2 (%36.47), S4 (%36.26) ve S5 (%35.10) uygulamaları izlemiştir. Farklı kanola çeşitlerinde yağ oranları, Bolu koşullarında İlbeyi (1984), %37.9-40.6, Çukurova koşullarında Özgüven ve Kırıcı (1999), %37.9-40.6, Ankara koşullarında Sağlam ve ark. (1999), %43.8-47.2 ve Isparta koşullarında Baydar (2005), %35.4-44.4 arasında bulmuşlardır. Denemeden elde edilen yağ oranları değerlerinin, yukarıda sıralanan araştırmalardan elde edilen yağ oranları ile uyumlu olduğu görülmektedir. En yüksek yağ verimi S1 (15.30 gr/saksı) uygulamasından elde edilmiş, bunu S2 (12.01), S3 (11.19) ve S4 (11.86) izlemiştir. En düşük yağ verimi değerleri ise kontrol uygulamasından elde edilirken (4.65 gr/saksı) bunu S5 (6.81 gr/saksı) uygulaması izlemiştir. Karamzadeh ve ark. (2010) kanolada tohum verimi ile yağ oranı arasında ters bir ilişki olduğunu ($r=0.67^{**}$) tohum verimi arttıkça yağ oranının azaldığını, ancak tohum verimi ve yağ verimi arasında ise paralel bir ilişki olduğunu ($r=0.92^{**}$) belirlemiştir. Yağ verimi, tohum verimi ve yağ oranının bileşkesi olduğu için deneme konularına göre elde edilen yağ verimlerinde asıl belirleyici olan tohum verimleri olmuştur.

Çizelge 3. Atık su uygulamalarının kanolada tohum verimi, yağ oranı ve yağ verimi üzerine etkisi

Uygulamalar	Tohum verimi (gram/saksı)	Yağ oranı (%)	Yağ verimi (gram/saksı)
Kontrol	10.96 d ¹	42.40 a	4.65 c
S1	39.82 a	38.37 b	15.30 a
S2	33.02 b	36.47 b-d	12.01 b
S3	30.21 b	37.07 bc	11.19 b
S4	31.64 b	36.26 cd	11.86 b
S5	19.37 c	35.10 d	6.81 c
LSD	6.52 **	1.97 **	2.51 **

* P ≤ 0.05, ** P ≤ 0.01,

¹ Aynı kolonda aynı harf veya harflerle gösterilen değerler arasında LSD testine (%1) göre istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur.

Yağ asitleri kompozisyonu

Farklı atıksu uygulamalarının kanolada yağ asitleri kompozisyonuna etkisine ilişkin ortalamalar Çizelge 4'te sunulmuştur. Stearik asit dışındaki yağ asitleri bakımından deneme konularının ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Araştırmada deneme konularına göre, palmitik asit %4.21-6.21, stearik asit %2.27-4.15, oleik asit %66.04-73.98, linoleik asit %14.59-17.88, linolenik asit %0.93-1.93 ve eikosenoik asit %3.41-5.12 arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 4). Hiçbir deneme konusunun yağ içeriğinde erusik asit varlığına rastlanmamıştır. En yüksek palmitik asit oranı kontrol grubunda belirlenirken, artan atıksu uygulaması tohumların palmitik asit oranını azaltmıştır. Kanola tohumlarının ana bileşeni olan oleik asit oranı atıksu uygulaması ile artış göstermiştir. Diğer taraftan linoleik asit oranı atıksu uygulamalarına göre varyasyon gösterirken, eikosenik asit oranının atıksu uygulaması artışına bağlı olarak azaldığı gözlemlenmiştir.

Bitkilerde yağlar; yağ asidi ester bağlarının hidrolitik bölünmesini katalize eden lipaz enzimi tarafından hidrolize edilen, gliserin ve serbest yağ asitlerinin birleşmesi ile oluşan trigliserit esterleridir (Theimer ve Rosnitschek 1978). Yağ asitleri hücrede mitokondrinin iç kısmında bulunurken, yağlar sitosolde depolanır (Belver ve Donaire 1983; Graham 2008). Yüksek konsantrasyonlarda uygulanan atık su bitkilerde artan ağır metal iyonları yağ asitleri kompozisyonunu değiştirebilir. Metal toksitesi altında oluşan reaktif oksijen türevleri yağların peroksidasyonunu artırabilir ve metal stresine bağlı olarak yağ içeriği azalabilir (Askwith ve Kaplan 1998). Benzer şekilde Krupa ve Baszynski (1989) stres altında tilakoid aktivitesinin azalmasının gliko ve fosfolipidlerin içeriğinin azaldığını bildirmiştir. Gad (2010) Cd uygulaması ile kanola tohumlarında yağ oranının azaldığını ve oleik asitin %10-20 oranında artış gösterdiğini bildirmiştir. Sonuçlarımız bu araştırmacıların sonuçları ile uyumludur.

Çizelge 4. Atık su uygulamalarının kanola tohumlarında yağ oranı ve yağ asitleri kompozisyonu üzerine etkisi

Uygulamalar	Yağ asitleri kompozisyonu (%)					
	Palmitik asit C16:0	Stearik asit C18:0	Oleik asit C18:1	Linoleik asit C18:2	Linolenik asit C18:3	Eikosenoik asit C20:1
Kontrol	6.21 a	3.38	63.90 c	17.37 ab	1.41 b	5.12 a
S1	5.61 b	3.85	66.04 b	15.56 c	1.84 a	5.04 a
S2	5.40 b	4.15	67.00 b	14.72 c	1.93 a	4.74 a
S3	5.19 b	3.72	67.39 b	14.59 c	1.93 a	4.31 ab
S4	4.53 c	3.11	66.69 b	17.88 a	1.43 b	4.36 a
S5	4.21 c	2.27	73.98 a	15.91 bc	0.93 c	3.41 b
LSD	0.479	-	1.611	1.775	0.4010	0.9319
Önemlilik	**	öd	**	**	**	*

* P ≤ 0.05, ** P ≤ 0.01,

¹ Aynı kolonda aynı harf veya harflerle gösterilen değerler arasında LSD testine (%1) göre istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur.

Sonuç

Araştırma sonuçlarına göre, farklı nem düzeylerinde uygulanan atık suyun kanolada tohum verimi, yağ oranı ve yağ verimini önemli düzeyde etkilediği görülmüştür. Özellikle, düşük konsantrasyonlarda uygulandığında (S1) atık su uygulamasının tohum verimini artırıcı yönde etkisi olduğu dikkat çekicidir. Her ne kadar kontrole göre yağ oranı azalsa da bu uygulamada yağ verimi de artış göstermiştir. Bütün uygulamaların tohum ve yağ verimleri kontrole göre yüksek bulunmuş, ancak artan konsantrasyonlar bu iki özelliği de olumsuz etkilemiştir. Deneme sonuçlarına göre önemli bir ağır metal akümülatörü olarak bilinen kanola bitkisinden elde edilen yağların sadece yağ asitleri açısından değil ağır metal içerikleri bakımından da incelenmesi gerekmektedir.

Teşekkür

Bu bildiri 12. Ulusal Kültürteknik Kongresinde poster olarak sunulmuştur. Çalışmada kullanılan tohum verimi değerleri “Atıksu Uygulamalarında Ağır Metal Akümülatörü Olarak Kanolanın (*Brassica napus* L.) Etkinliği” isimli Yüksek Lisans tezinden alınmıştır.

Kaynaklar

- Anonim (1993). Official methods and recommended practices. The American Oil Chemists Society, Champaign, IL: AOCS.
- Askwith C, Kaplan J (1998). Iron and copper transport in yeast and its relevance to human disease. Trends Biochem. Sci., 23,135-138.
- Baydar H (2005). Isparta koşullarında kanola (*Brassica napus* L.) çeşitlerinin verim ve kalite özellikleri. SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 9(3):1-6.
- Belver A, Donaire JP. (1983). Partial purification of soluble lipooxygenase of sunflower cotyledons: action of boron on the enzyme and lipid constituents. Zeitschrift für Pflanzenphysiol 109,309-317.
- Çabukel B, Gönül K, Yalçınkaya T, Mısırcı E (2009). Türkiye’de yağ sektörü ve alternatif bir çözüm, kanola yağı. http://www.ituemk.org/dosyalar/2009_1.pdf. Erişim tarihi: 14.05.2011.
- Friedel JK, Langer T, Siebe C, Stahr K (2000). Effects of Long-term Wastewater Irrigation on Soil Organic Matter, Soil Microbial Biomass and its Activities in Central Mexico. Biol. Fert. Soils, 31, 414 – 421.
- Gad N (2010). Improving quantity and quality of canola oil yield through cobalt nutrition. Agric. Biol. J. N. Am., 2010, 1(5): 1090-1097.
- Graham IA (2008). Storage oil mobilization in seeds. Annual Review of Plant Biology 59,115-142.
- İlbeyi A (1984). “Bolu yöresinde sulu koşullarda yetiştirilen yazlık kolza çeşitleri. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı. Toprak Genel Müd. Yay. No: 108. Rapor No. 46.
- Karamzadeh A, Mobasser HR, Ramee V, Ghanbari-Malidarreh A (2010). Effects of nitrogen and seed rates on yield and oil content of canola (*Brassica napus* L.). American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. 8 (6): 715-721.
- Krupa Z, Baszynski T (1989). Acyl lipid composition of thylakoid membranes of cadmium treated tomato plants. Acta Physiol. Plant, 11(2), 111-116.
- Kukul Y, Ünal Çalışkan AD, Anaç S (2007). Wastewater reuse in agriculture and health risks. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 44 (3):101-116.
- Marquard R (1987). “Qualitäts analytik Im Dienste der Öpflanzten züchtung”. Fat. Sci. Technol., 89:95-99.
- Özgülven M, Kırıcı S (1999). Bazı kolza çeşitlerinin Çukurova bölgesinde verim ve verim komponentlerinin belirlenmesi” Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 14: 41-48.
- Sağlam C, Arslanoğlu F, Kaba S, (1999). Kışlık kolza çeşitlerinin Tekirdağ koşullarına adaptasyonu” 3. Ulusal Tarla Bitkileri Kongresi, 15-18 Kasım 1999, Adana, Cilt II, (1999), 344-347.
- Sakellariou-Makrantonaki M, Tentas I, Kolio A, Kalfountzos D, Vyrlas P (2003). Irrigation of Ornamental Shrubs with Treated Municipal Wastewater. Proceedings of the 8th International Conference on Environmental Science and Technology. 8-10 September 2003, Lemnos Island, Greece, Vol B, 707- 714
- Theimer RR, Rosnitschek I (1978). Development and intracellular localization of lipase activity in rapeseed (*Brassica napus* L.) cotyledons. Planta 139,249-256.
- Toze S (2006). Reuse of effluent water-benefits and risks, Journal of Agricultural Water Management, 80: 147-159.

TÜİK (2014). <http://www.tuik.gov.tr>.

Van Der Hoek W, UI Hassan M, Ensink JHJ, Feenstra S, Raschid-Sally L, Munir S, Aslam R, Ali N, Hussain R, Matsuno Y (2002). Urban wastewater in Pakistan: A valuable resource for agriculture. Research Report 63. Colombo, Sri Lanka: IWMI. Forth coming.