

## KARADENİZ KIYILARINDA ÇİFT TEKNEYLE ÇEKİLEN ORTASU TROLÜ İLE BAZI PELAJİK BALIKLARIN AVCILIĞI

Yakup ERDEM

Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi 5700 SİNOP

Süleyman ÖZDEMİR

Kastamonu Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü 37000 KASTAMONU

Sorumlu yazar: [suleymanozdemir57@yahoo.com](mailto:suleymanozdemir57@yahoo.com)

Geliş Tarihi: 02.07.2007

Kabul Tarihi: 21.03.2008

**ÖZET:** Bu çalışmada Karadeniz'de ekonomik olarak avlanan pelajik balıklardan hamsi (*Engraulis encrasicolus*, L.), çaça (*Spratus spratus*, L.), istavrit (*Trachurus tarchurus*, L.) ve lüfer (*Pomatomus saltatrix*, L.) balıklarının ortasu trolüyle avcılığında türlerin kendine özgü davranışlarının av verimi ile avın tür ve boy kompozisyonu üzerindeki etkisi incelenmiştir. Yapılan toplam 34 ağ çekiminde 463 343 kg balık avlanmış olup, en fazla avlanan tür 269 320 kg ile hamsi olurken, bunu çaça (174 820 kg), istavrit (18 198 kg) ve lüfer (1 005 kg) balıkları izlemiştir. Avın tür ve boy kompozisyonu avlanılan sahaya ve rüzgar durumuna göre değişiklik göstermiştir ( $p<0.05$ ). Pelajik balık türlerinin ortasu trolü ile avcılığında sürü yapısının ve davranışının doğru belirlenmesinin gerekli olduğu, bunun balık bulucu cihazların etkin kullanımı ile sağlanabileceği belirlenmiştir. Farklı tür ve büyüklükteki balıkların davranışları dikkate alınarak avlanılan saha, av zamanı ve uygun çevresel koşulların iyi seçilmesi yoluyla daha başarılı bir avcılık yapılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Pelajik Balık, Ortasu Trolü, Av Kompozisyonu, Orta Karadeniz

## FISHING OF SOME PELAGIC SPECIES BY PAIRLY MIDWATER TRAWL IN BLACK SEA COAST

**ABSTRACT:** In this study effects of specific behaviour of commercial pelagic fish species in Black Sea, anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L.), sprat (*Spratus spratus*, L.), horse mackerel (*Trachurus tarchurus*, L.) and blue fish (*Pomatomus saltatrix*, L.) on efficiency, species and size composition of catch was investigated by the midwater trawl. In total 34 tows were caught 463 343 kg fish. Anchovy is the most caught species in the fishing as 269 320 kg, sprat (174 820 kg), horse mackerel (18 198 kg) and blue fish (1 005 kg) followed respectively. Species and size composition of catch showed difference as regards fishing area and wind condition ( $p<0.05$ ). It is essential, true designation of school structure and behaviour in fishing of pelagic species by the midwater trawl and it can be provided by effective using of fish finder equipments were determined. More successful fishery is operated in distinguished of fishing area, catching time and suitable environmental conditions by taking into account behaviour of fish having different species and size.

**Key Words:** Pelagic Fish, Pairly Midwater Trawl, Catch Composition, Middle Black Sea

### 1. GİRİŞ

Karadeniz tür çeşitliliği açısından çok zengin olmamasına karşın stok miktarlarındaki fazlalık ve göç yolları üzerinde olması nedeniyle ülkemiz su ürünleri üretimine en fazla katkıyı sağlamaktadır. Özellikle bölgeden elde edilen hamsi, palamut, çaça ve istavrit gibi pelajik türler toplam avcılığın % 73 üne sahiptir (Anonim, 2006). Özellikle palamut ve hamsi türleri yoğun sürüler oluşturdıkları için çevirme ağlarıyla daha fazla miktarda avlanabilirler (Çelikkale ve ark., 1993). Geniş sürü oluşturmadığı dönemlerde hamsi avcılığının ortasu trolü ile yapılması av verimi ve boy kompozisyonunun başarısı açısından önemlidir (Erdem ve ark., 2007).

Karadeniz'de hamsi dışında ortasu trolü ile avcılığı yapılan ve daha da geliştirilmesi gereken türlerin başında çaça gelmektedir (Kalaycı ve ark., 2005).

Karadeniz'de avlanma zamanı ve av sahasına bağlı olarak, ortasu trolü ile değişen miktar ve boylarda farklı pelajik türleri avlama imkanı bulunmaktadır (Erdem ve ark., 2007). Hamsi avcılığı genellikle ekim ayında başlayarak şubat ayına kadar yapılabilirken, çaça avcılığı ocak ayından mayıs ayı sonuna kadar devam etmektedir. Bu iki türün aynı zamanlarda avlandığı hatta zaman zaman istavrit ve lüferin de buna ilave olduğu dönemler olmaktadır. Bazen avlanan çaça içerisinde iri hamsi, istavrit ve lüfer seçilerek ayrıca pazara gönderilmekte ve yüksek fiyattan satılmaktadır. Buna ilave olarak seçicilik özelliği yüksek olan ortasu trolleri ile göz açıklığı ayarlanarak istenmeyen boydaki balıkların avcılığının önlenmesi de mümkün olmaktadır.

Hamsi sürüsü sezonun büyük bölümünde yoğun sürüler oluşturmakta ve diğer pelajik türlerden ayrılmaktadır. Göçünü tamamladıktan sonra bölgede az miktarda kalan hamsi, çaça ve istavrit türleri ile

karma bir sürü yapısı oluşturmaktadır. Bu dönemlerde çaça baskın tür konumuna geçmekte ve tonlarca avlanması mümkün olmaktadır. Çaça, hamsi kadar derin olmayan, parça sürüler oluşturmasına rağmen, sürüklenme ağı olan ortasu trolünün çalışma prensibi gereği, belirli bir genişlikteki sahanın ağ çekimi süresince taranması ile küçük sürüler ağın torbasında birikerek operasyon başına yüksek av miktarlarına ulaşabilmektedir (Erdem ve ark., 2007).

Kapılı ve kapısız olmak üzere iki şekilde kullanılan ortasu trolünün iki tekne ile kapısız çekileni Karadeniz’de yaygın kullanılır. Genellikle ortasu trolü avcılığı Samsun ili kıyı bölgesinde yapılmaktadır. Av sahası doğuda Terme batıda Yakakent ilçeleri ile sınırlıdır. Bölgede yapılan ortasu trolü araştırmaları genellikle torba seçiciliği, av verimi ve tür kompozisyonu üzerinedir. Erdem ve Erkoyuncu (1997) ortasu trol ağına hamsi avcılığında gırgır ağına göre daha seçici bir av aracı olduğunu bildirmektedir. Zengin ve ark., (2003) çaça avcılığının ortasu trolü ile daha başarılı olduğu ve yasal düzenlemeler ile desteklenmesi ve geliştirilmesi gerektiğini belirtmektedir. Samsun ve ark., (2006) Karadeniz’de hamsinin yoğun olarak kışım ve ocak ayları arasında, çaçanın ise mart ve nisan aylarında bol av verdiğini bu türlerin avcılığında ortasu trolü kullanımının daha olumlu olacağını tespit etmişlerdir. Özekinci (1999) Karadeniz dışında Ege Denizi’nde ortasu trolü kullanım olanaklarını araştırmış, sardalya ve istavrit balıklarının belirli miktarda avlanabildiğini tespit etmiştir.

Hem balık unu-yağı fabrikalarına hammadde hem de insan besini sağlamada etkili bir av aracı olan ortasu trolünün teşvik edilmesi ile ülkemiz su ürünleri avcılığının iki katına çıkarılması mümkündür. Bu amaçla konu ile ilgili araştırmalar artırılması gereklidir. Bir avcılık yöntemini geliştirmek ve verimini artırmak için konuya sadece av aracı yönünden bakmak yeterli değildir. Tüm bunların yanında avcılığı hedeflenen ve hedeflenmeyen türlerin özellikleri ve davranışları hakkında da bilgi ve deneyim elde edilmesi gerekmektedir (Özdemir, 2003).

Dünyada günümüzde yapılan balık davranışı konusundaki çalışmalar gelişmiş balık bulucu cihazlar ve sualtı kameraları ile sürünün takibi, alınan verilerin detaylı olarak incelenmesi ve yeni avcılık stratejilerinin geliştirilmesi üzerinedir (Fernö ve Olsen, 1994). Gırgır ve ortasu trolü ile pelajik türlerin avlanmasında sonarın etkin kullanımı av başarısını arttırmaktadır (Misund, 1994). Yapılan çalışmalar zamana ve çevresel koşullara bağlı olarak balıkların tek türe dayalı yada karma sürüler oluşturduklarını, balık bulucu cihazların doğru yorumlanması ile türlerin birbirinden ayırt edilebileceğini ve bu yolla av miktarının artırılabilirliğini göstermektedir. Misund ve ark., (1999) gündüz sardalya ve uskumru balıklarının aynı sürü içinde bulduklarını gece ise birbirlerinden ayrı gruplar oluşturduklarını belirlemiştir. Yakalanan sardalya balıklarının zamana göre boy kompozisyonunun da değiştiği, iri balıkların

gündüz daha fazla avlandığını kaydetmişlerdir. Misund (1993) yaptığı gözlemlerde gırgır ile ringa avcılığında farklı türlerin bir araya toplanarak karma sürüler oluşturduğunu av sahası, av zamanının iyi belirlenmesi ve sürünün davranışına göre uygun pozisyonlar olarak istenilen düzeyde avcılık yapılabileceğini bildirmektedir.

Su ürünleri avcılığına av aracı yanında balık davranışları yönünden de bakılan bu çalışmada; Karadeniz’de kullanılan ortasu trolünün av verimini yükseltmek amacıyla kullanılabilir veriler olan türlerin sürü yapısı ile kompozisyonu hakkında bilgiler de değerlendirilmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; hamsi, çaça, istavrit ve lüfer balıklarının av sahası ve avlanma zamanına göre kompozisyonlarındaki değişimler ile türlerin sürü oluşturmasının av sahası ve rüzgar gibi faktörlerden nasıl etkilendiği konuları tartışılmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışma Aralık 2005-Şubat 2006 tarihleri arasında, batıda Sinop-Samsun ve doğuda Ordu-Samsun il sınırları arasında kalan ve derinliği 20 ile 80 m arasında değişen av sahalarında yürütülmüştür. Yapılan 34 ağ çekimi bölgede avcılık yapan 28 m boy ve 1000 BG motor gücüne sahip ticari av teknelerinde ve onlara ait mantar ve kurşun yakaları 50 m, derinliği 30 metre olan iki tekneyle çekilen ortasu trolü ağları kullanılarak yapılmıştır. Araştırmada ele alınan türlerin bir arada bulunmalarına ve bireylerin boy kompozisyonuna etki edebilecek av sahası özellikleri, avcılık zamanı ve rüzgâr yönü gibi faktörleri temsil edecek şekilde ağ çekimlerinin tekrarlanmasına dikkat edilmiştir.

Denemelerde av sahasının derinliği eko saunder, rüzgâr yönü pusula, mevkii ve çekim hızı GPS yardımıyla belirlenmiştir. Araştırma bölgesinde birisi Kızılırmak batısında kalan Yakakent, diğeri Yeşilirmak doğusunda kalan Terme bölgeleri olmak üzere iki farklı av sahasından veri alınmıştır.

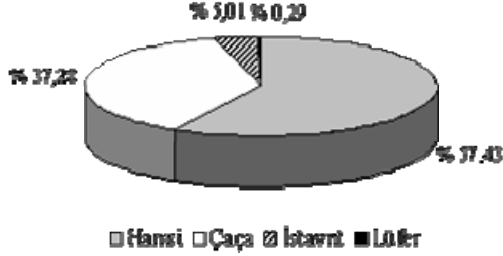
Doğu-batı arasında uzanan araştırma bölgesinde hakim rüzgarlar da batı yönlü (Lodos-Yıldız arası) ve doğu yönlü (Keşişleme-Yıldız arası) olarak sınıflandırılarak balık türlerinin varlığı ve yoğunluğu ile tür ve boy kompozisyonu üzerindeki etkisi bakımından incelenmiştir.

Her bir ağ çekimi 120 dk ve 2.4 knot hız ile yapılmış daha sonra güverteye boşaltılan balıklar kasalara alınmadan önce balık örneklemeleri yapılmıştır. Öncelikle her türün toplam av miktarı belirlendikten sonra alınan örneklerde bireysel boy ve ağırlık ölçümleri yapılmıştır.

Hamsi, istavrit ve lüfer için toplam av miktarı 5 er kasadan alınan ortalama balık ağırlığı toplam kasalanan balık miktarıyla çarpılarak, çaçanın toplam av miktarı ise balık unu-yağı fabrikasında yapılan tartım sonucuna göre belirlenmiştir. Grup ortalamaları arasındaki farkların istatistiksel değerlendirmesinde ikili gruplar için “t” testi, daha fazla karşılaştırma grupları için “varyans analizi” kullanılmıştır.

### 3. BULGULAR

Araştırma süresince yapılan 34 ağ çekimi sonucunda toplam 463 343 kg balık avlanmıştır. 269 320 kg ile en fazla avlanan tür hamsi olurken, bunu 2 inci sırada 174 820 kg ile çaça izlemiştir. İstavrit ve lüfer bu iki türe oranla daha az miktarda avlanmış olup, toplam avın türlere göre dağılımı Şekil 4 de gösterilmiştir.



Şekil 1. Araştırma süresince avlanan türlerin av miktarı dağılımı

Tüm avın 211 113 kg Terme, 252 230 kg ise Yakakent bölgesinde avlanmıştır. Samsun-Terme arasından elde edilen av içerisinde 195 560 kg (%92.63) ile hamsi diğer üç türe göre daha fazla avlanmıştır. Yakakent-Samsun arasında ise çaça 170 620 kg'lık payla öne geçmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Av bölgelerinden türlere göre elde edilen av miktarı (kg)

TÜRLER	Av Sahası			
	Samsun-Terme (Bölge 1)		Samsun-Yakakent (Bölge 2)	
	N	%	N	%
Hamsi	195 560	92.63	73 760	29.24
Çaça	4 200	1.99	170 620	67.65
İstavrit	11 113	5.27	7 085	2.81
Lüfer	240	0.11	765	0.30
<b>Toplam</b>	<b>211 113</b>	<b>100.00</b>	<b>252 230</b>	<b>100.00</b>

Operasyon başına toplam av miktarı yönünden bölgeler arasında gözlenen farkın önemli ( $p<0.05$ ) olduğu, yani Yakakent bölgesindeki av miktarının Terme bölgesinden daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bununla beraber yapılan t testleri sonucunda Terme bölgesindeki ortalama hamsi av miktarı Yakakent bölgesinden fazla bulunurken, çaça miktarı daha az ( $p<0.05$ ) bulunmuştur.

Her iki bölgeden alınan hamsi örnekleri içerisinde en büyük bireyin 14.2 cm ve en küçük bireyin ise 6.1 cm total boyda, ortalama balık boyunun ise  $10.61\pm 0.043$  cm olduğu belirlenmiştir. Örneklenen balıklar içerisinde ölçülen maksimum, minimum ve ortalama çaça balığı boyları sırasıyla 15.1 cm, 6.4 cm ve  $9.09\pm 0.04$  cm olarak hesaplanmıştır. Araştırmada avlanan istavrit ve lüfer türleri için maksimum, minimum ve ortalama total balık boyları ise sırasıyla 13.1 cm, 7.7 cm,  $10.15\pm 0.21$ cm ve 14.2 cm, 8.8 cm ve  $12.13\pm 0.22$  cm olarak hesaplanmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Bölgelere göre avlanan türlerin ortalama total boyları (cm)

Av Sahası	Türler	L±SH
Samsun-Terme (Bölge 1)	Hamsi	$10.13\pm 0.08$
	Çaça	$8.92\pm 0.02$
	İstavrit	$10.41\pm 0.21$
Samsun-Yakakent (Bölge 2)	Lüfer	$11.89\pm 0.19$
	Hamsi	$10.61\pm 0.07$
	Çaça	$9.25\pm 0.07$
	İstavrit	$9.88\pm 0.22$
	Lüfer	$12.37\pm 0.24$

Bölgelere göre hamsi, çaça, istavrit ve lüfer balıklarının ortalama total boyları arasında yapılan "t" testi sonuçlarına göre aralarında gözlenen fark önemli ( $p<0.05$ ) bulunmuştur. Özetle Terme bölgesinden avlanan Hamsi ve istavrit balıklarının ortalama boyları Yakakent bölgesinden avlanandan daha büyük, çaça ve lüfer balıklarının ortalama boylarının ise daha küçük olduğu tespit edilmiştir.

Batı ve doğu yönlü rüzgarların estiği günlerde elde edilen avların dağılımı karşılaştırıldığı; her iki yön için yapılan 6 şar ağ çekimi sonunda toplam 363 984 kg balık avlanmıştır. Batılı rüzgarlarda elde edilen toplam av miktarı 253 439 kg iken doğulu rüzgarlarda 110 545 kg olarak gerçekleşmiş ve toplam av miktarı bakımından % 69.6 oranıyla batılı rüzgarlarda doğulu rüzgarlara göre daha yüksek ( $p<0.05$ ) av elde edildiği belirlenmiştir. Rüzgarlar arasında türlerin av miktarlarına bakıldığında istavrit dışındaki tüm türler arasındaki fark önemlidir ( $p<0.05$ ). Her iki rüzgar durumu için, yakalan türlerin av miktarı arasında yapılan tek yönlü varyans analizi sonucunda gözlenen fark istatistiksel olarak önemli ( $p<0.05$ ) bulunmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 3. Rüzgar durumuna göre balıkların av miktarı (kg)

Rüzgar	Türler	Av Miktarı
Batı Yönlü	Hamsi <sup>a</sup>	113 700
	Çaça <sup>b</sup>	131 800
	İstavrit <sup>c</sup>	7 084
	Lüfer <sup>d</sup>	855
Doğu Yönlü	Hamsi <sup>a</sup>	71 020
	Çaça <sup>b</sup>	33 000
	İstavrit <sup>c</sup>	6 295
	Lüfer <sup>d</sup>	50

a,b,c,d ↓: gruplarda farklı harflerle gösterilen türler arasındaki fark önemlidir ( $p<0.05$ )

### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Karadeniz'de ekonomik olarak avlanan bazı pelajik balık türlerinin birbirleriyle ilişkilerini, av sahasında hangi şartlarda bir araya geldikleri ve hangi şartlarda karışık veya ayrı sürü oluşturdıkları ve bir araya gelmelerinde etkili olan faktörleri belirlemek amacıyla düzenlenen bu araştırmada 34 trol ağı çekimi sonunda hamsi, istavrit, lüfer ve çaça balıklarından oluşan toplam 463 343 kg balık avlanmıştır. Araştırmada

öncelikle ülkemizde henüz insan besini olarak tüketilmeyen fakat çok değerli hamsi stoklarımız üzerindeki balık unu-yağı sanayinin baskısını azaltmak açısından önemli bir potansiyeli olan çaça balığının belli koşullarda bolca avlanabileceği ön plana çıkmıştır. Çaçanın ekonomik miktarlarda avlanabildiğini ortaya konulması insan tüketimine sunulması gereken diğer türlerin stokları üzerindeki baskının azaltılması ve av gücünün henüz çok fazla değerlendirilmeyen bu türe odaklandırılması açısından önemlidir. Araştırma sonuçlarına göre; ortasu trolüyle avlanan bu dört türün farklı şartlarda birlikte ya da ayrı ayrı sürü oluşturmalarının yanında, yine bazı şartlarda her bir türün farklı büyüklükteki bireylerinin de ayrı sürüler oluşturabildiği belirlenmiştir.

Farklı yaşam şekli ve özelliklerine sahip balıklar üreme, beslenme yada korunma amaçlı küçük yada büyük gruplar halinde bir arada yaşayabilmektedirler. Çaça da hamsi ile aynı sürü içerisinde bulunabildiği gibi bazen tek türe dayalı yoğun sürüler oluşturmaktadır (Zengin ark., 2003).

Özdemir ve ark., (2007) bu iki bölgedeki sürü oluşumu ve yoğunluğunun farklı olduğunu, hamsinin av verimi ve boy kompozisyonunun değişiklik gösterdiğini tespit etmişlerdir. Samsun ve ark., (2006) hamsi, çaça, istavrit ve lüfer türlerinin av dönemine göre bir arada yada ayrı sürüler oluşturarak avlanabildiklerini belirlemişlerdir. Zengin ve ark., (2003) Karadeniz'de ortasu trolü ile hamsi yanında çaça, istavrit ve lüfer balıklarının da önemli miktarlarda avlanabildiğini av miktarı ve boy kompozisyonunun bölge, derinlik ve av zamanına göre değişkenlik gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Yapılan hesaplamalar ve istatistiksel testler sonucunda, Terme bölgesinde hamsinin, Yakakent bölgesinde ise çaçanın daha yoğun sürüler oluşturduğu görülmüştür. I. bölgede 195 560 kg hamsiye karşılık sadece 4200 kg çaça avlanırken, II. bölgede 73 760 kg hamsiye karşılık 170 600 kg çaça avlanmasının farklı türlerin çeşitli şartlar altında farklı bölgelerde toplandıklarına işaret ettiği söylenebilir. Her iki bölgeden avlanan balıkların ortalama boyları arasındaki farkın önemli olması sahaların kendine özgü koşulları nedeniyle farklı büyüklükteki balıklar tarafından tercih edildiklerini düşündürmektedir.

Erdem ve ark., (2007) ortasu trolünde kullanılan balık bulucu cihazlardan alınan verilerin avcılık sonrası elde edilen av verimi ile paralellik gösterdiğini gece hamsilerin ortalama boyları küçük, kalabalık sürüler oluşturduklarını gündüz ise seyrek ancak daha büyük balıklardan oluşan sürüler oluşturduklarını tespit etmişlerdir. Pitcher ve ark., (1998) değişik türlerin zaman içerisinde karma ve değişen boydaki balıklardan oluşan sürüler oluşturduklarını, Misund (1994), balık bulucu cihazların doğru kullanımı ile balıkların sürü yapısı ve davranışı hakkında etkili bilgilerin alınarak başarılı bir avcılık yapılabileceğini belirtmektedir.

Bölgede esen doğulu rüzgarlar yüzeydeki sıcak su kitlesini açığa sürükleyerek derinlerde bulunan

soğuk suların seviyesinin yükselmesine neden olmaktadır. Bu etki Sinop ve çevresinde özellikle yaz aylarında soğuk su kitlesinin yüzeye ve kıyılara kadar ulaşmasına neden olarak sahilden bile gözlenebilmektedir. Daha çok demersal balıkları etkilediği görülse de semipelajik ve pelajik türleri de etkileyen bu olay, Samsun bölgesinde 30 bazen 10 metreye kadar olan derinliklere kadar etkili olmaktadır. Soğuk su kitlesinin sıkıştırılmasıyla balıklar dar bir bant halinde belirli derinliklerde toplanmakta olup av sahasının diğer bölümlerinde ağlar boş çıkmaktadır. Bu nedenle bölgede rüzgar yönünün av verimi ve avın kompozisyonu üzerindeki etkisi çok fazladır.

Araştırmada elde edilen sonuçlara göre aynı sayıda av operasyonu düzenlenen batılı rüzgarlarda toplam 253 439 kg av elde edilirken doğulu rüzgarlarda sadece 110 545 kg balık avlanmıştır. Doğulu rüzgarlar estiğinde sadece istavrit balığının av miktarı değişmezken diğer türlerin av miktarları önemli oranda azalmıştır.

Suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerini değiştiren ırmak akıntıları, rüzgarlar, gece soğuması, dikey akıntılar ve benzeri faktörlerin balıkların belirli zamanlarda belirli bölgeleri tercih etmelerine neden olmakta, bazen ortam aynı anda farklı büyüklük ve farklı türdeki pek çok balık grubu için uygun olmasıyla karışık sürü yapıları oluşmaktadır (Pitcher ve ark., 1998). Uygun özellikteki sahanın geniş olması balıkların da geniş bir sahaya dağılmasına neden olurken, çeşitli nedenlerle (kirlilik, sıcaklık, besin, göç ve türler arası rekabet) optimum şartları taşıyan sahanın daralmasıyla balık sürüleri daha büyük kitleler halinde buralarda toplanmakta veya başka alanlara göç etmektedir. Misund ve ark., (1999) ışık, sıcaklık, besin yoğunluğu, akıntı ve rüzgarların türlerin sürü oluşturmada önemli faktörler olduğunu bildirmektedir.

Araştırmada toplam 34 ağ çekimi yapılması nedeniyle karşılaştırılan farklı parametreler için hesaplanan değerler ve varılan yargılarda hatanın en aza indirildiği söylenebilir. Elde edilen verilere göre mevsim ve zamana bağlı olarak pelajik türlerin avcılığının Samsun-Terme yada Samsun-Yakakent arasında yapılmasına karar verilebilir. Bu bakımdan araştırma verileriyle ulaşılan sonuçlar; çeşitli şartlara ya da avcılığı hedeflenen türe göre balıkların bu şartlardan nasıl etkilendikleri dikkate alınarak av stratejisi oluşturmada çok önemli ip uçları sunmaktadır.

## 5. KAYNAKLAR

- Anonim, 2006. Türkiye İstatistik Kurumu, Su Ürünleri İstatistikleri 2004, Ankara.
- Çelikkale, M.S., Düzgüneş, E., Candeğer, F., 1993. Av Araçları ve Avlama Teknolojisi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Genel Yayın No: 162, Fakülte Yayın No: 4. Trabzon.
- Erdem, Y., Erkoyuncu, İ., 1997. Hamsi (*Engraulis encrasicolus*, L.) Avcılığında Kullanılan Ortasu Trol Ağlarının Seçiciliğinin Belirlenmesi Üzerine Bir

- Araştırma. Akdeniz Balıkçılık Kongresi, Bildiriler Kitabı 683-691, İzmir.
- Erdem, Y., Özdemir, S., Satılmış, H.H., 2007. Hamsi (*Engraulis encrasicolus* L.) Avcılığında Kullanılan Ortasu Trolünün Gece-Gündüz Av Verimi ve Boy Kompozisyonunun Karşılaştırılması. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, 1(2), Kayseri.
- Fernö, A., Olsen, S., 1994. Marine Fish Behaviour in Capture and Abundance Estimation. Fishing News Books, p. Published 1994. ISBN 0-85238-211-1 London.
- Kalaycı, F., Bilgin, S., Samsun, O., Samsun, N., 2005. Orta Karadeniz’de Avlanan Çaç ( *Sprattus sprattus phalericus* Risso, 1826) Balığı Stoğunun Genel Durumu ve Balık Endüstrisi İçerisindeki Yerinin Araştırılması. XIII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Özet Kitabı s.69, Çanakkale.
- Misund, O.A., 1993. Avoidance Behaviour of Herring (*Clupea harengus*) and Mackerel (*Scomber scombrus*) in Purse Seine Capture situations Fisheries Research, 16 (2) 177-192.
- Misund, O.A., 1994. Swimming Behaviour of Fish Schools in Connection with Capture by Purse Seine and Pelagic Trawl. In Marine Fish Behaviour in Capture and Abundance Estimation. Ed. By A. Fernö and S. Olsen. 84-106 pp. Fishing New Books, London.
- Misund, O.A., Luyeye, N., Coetzee, J., Boyer, D., 1999. Trawl Sampling of Small Pelagic Fish off Angola: Effects of Avoidance, Towing Speed, Tow Duration, and Time of Day. ICES, J. Mar. Sci, 56 (3): 275-283.
- Özdemir, S., 2003. Çeşitli Av Araçlarının Avlanma Etkinliğinin Balık Davranışları Yönünden İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Özdemir, S., Erdem, Y., Satılmış, H.H., Özdemir Birinci, Z., Erdem, E., 2007. Ortasu Trolü ile İki Farklı Av Sahasında Avlanan Hamsi (*Engraulis encrasicolus* L.)’ nin Sürü Yapısı ve Av Veriminin İncelenmesi. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 19 (1), Elazığ.
- Özekinci, U. 1999. Ege Denzinde Tek Tekne ile Çekilen Ortasu Trol Ağlarının Geliştirilmesi Üzerine Araştırmalar, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Pitcher, T.J., Misund, O.A., Fernö, A., Totland, B., Mele, V., 1998. Adaptive Behaviour of Herring Schools in the Norwegian Sea as Revealed by High-Resolution Sonar. ICES Journal of Marine Science, 53(2): 449-452.
- Samsun, O., Kalaycı, F., Samsun, N., Bilgin, S., 2006. Orta Karadeniz’de İki Tekne ile Çekilen Ortasu Trolünün Av Verimi ve Av Kompozisyonunun Belirlenmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Araştırma Fonu SSÜ 094 nolu Proje Sonuç Raporu, 97 s. Samsun.
- Zengin, M., Düzgüneş, E., Dinçer, A.C., Mutlu, C., Bahar, M., Tabak, İ., 2003. Karadeniz’de Ortasu Trolünün Kullanım Olanakları ve Av Verimliliğinin Araştırılması. TAGEM/HAYSUD/1998/17/03/007, Nolu Proje Raporu, T.K.İ.B. Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü, Trabzon.

## DEPOLANAN VE DEPOLANMAYAN KARANFİL ÇELİKLERİNE YAPRAKTAN UYGULANAN Fe-EDTA GÜBRELEMESİNİN KARANFİL (*Dianthus caryophyllus* L.) BİTKİSİNİN BESLENMESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Işın KOCABAŞ Sedat ÇITAK Filiz ÖKTÜREN ASRİ  
Sahriye SÖNMEZ Mustafa KAPLAN  
Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Antalya

Sorumlu yazar: isinkocabas@akdeniz.edu.tr

Geliş Tarihi: 31.12.2007

Kabul Tarihi: 06.06.2008

**ÖZET:** Bu çalışmada, soğuk hava deposunda 4°C’de 55 gün depolanan ve depolanmayan sprey karanfil çeliklerinden elde edilen karanfil fideleri sera ortamına aktarılarak karanfil yetiştiriciliği yapılmış ve karanfil yetiştiriciliğinde yapraklardan uygulanan farklı dozlardaki Fe-EDTA (50ppm, 100ppm, 200ppm, 300ppm)’nın bitkinin yaprak, gövde ve çiçekteki besin içeriğine etkisi incelenmiştir. Yetiştiricilik sonunda Fe-EDTA uygulaması depolanan karanfil yapraklarının K(%), Mg(%), Fe(ppm) içeriğini, çiçeklerinin Mg(%), Mn(ppm), Ca(ppm) içeriğini arttırmıştır. Depolanmayan karanfillerin sadece yapraklarındaki N(%) ve gövdelerindeki K(%) içeriğini arttırmıştır. Karanfilin besin içeriği üzerine Fe-EDTA uygulama dozlarının yaprak ve çiçekteki N(%) içeriğine etkisi olduğu saptanmıştır, ancak diğer besin içeriklerinde belirgin bir etkisi görülmemiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Karanfil, Fe-EDTA, Yaprak Gübrelemesi.

### THE EFFECTS OF FOLIAR FERTILIZATION WITH Fe-EDTA ON THE NUTRITION CONTENTS OF CARNATIONS (*Dianthus caryophyllus* L) GROWN FROM STORED AND UNSTORED CUTTINGS

**ABSTRACT:** In this study, the carnation growing was carried out via transferring of the seedlings obtained from spray carnation cuttings stored at 4°C for 55 days and unstored cuttings to the greenhouse media. The aim was to investigate the effects of Fe- EDTA (50ppm, 100ppm, 200ppm, 300ppm) applied via foliage at different quantities on the leaf, stem and flower nutrition content of the plant. At the end of the growing, the Fe-EDTA application increased the K(%), Mg(%), Fe(ppm) contents of the leaves and Mg(%), Mn(ppm), Ca(ppm) contents of the flowers in the stored carnations. The application increased the N(%) contents of leaves and K(%) contents of stems in the unstored carnations. It was determined that Fe-EDTA application quantities were influential on the N(%) contents of leaves and flowers of carnation. However, the significant effects of different applications were not observed in other nutrition contents.

**Keywords:** Carnation, Fe-EDTA, foliar fertilizer

#### 1. GİRİŞ

Türkiye’de karanfil, 246 milyon adet üretimi ve 18,271,679 ABD \$ üretim değeri ile kesme çiçek türleri arasında birinci sırada yer almaktadır. Karanfil üretiminin en yaygın olarak yapıldığı iller Antalya ve İzmir’dir. Antalya ilinde ihracat amaçlı kesme çiçek üretimi 1985 yılında 70 dekarlık bir alanda sprey karanfil yetiştiriciliği ile başlamış olup 2005 üretim sezonunda bu alan 5018,59 dekara kadar ulaşmıştır (Babadoğan, 2005).

Karanfil, yetiştiriciliği Akdeniz bölgesinde rahatlıkla yapılabilmesi ve ihracata yönelik önemli bir yere sahip olması nedeni ile özellikle Antalya ili ve çevresinde yıllar itibari ile yükselen bir grafik çizmektedir. Ancak gerek fide kalitesinden gerekse toprak özelliklerinden dolayı yetiştiriciliği sırasında bazı kalite ve beslenme problemleri ortaya çıkmaktadır.

Karanfil yetiştiriciliğinde üreticilerin bir karanfil anacından iki hafta aralıklar ile 5–6 defa çelik almaları kalitesiz fide üretimine neden olmaktadır. Üreticilerin karanfil anaçlıklarından yoğun çelik alımı yapmalarının iki nedeni vardır. Birinci nedeni karanfil üretim alanlarının fazla olması sonucu fide ve anaçlık için ayrılan alanın sınırlı olmasıdır. İkinci nedeni ise üreticilerin kesme çiçek fiyatlarının yüksek olduğu dönemlerde pazar payını yakalamak istemeleridir. Bu yüzden üreticiler anaçlıklardan aldıkları ilk çelikleri

uzun bir süre soğuk hava depolarında depolandıktan sonra köklendirme ortamına dikerken, son alınan çelikleri soğuk hava depolarında depolamadan köklendirme ortamına dikmektedirler. Bu durum sonucunda elde edilen kalitesiz fideler, gerek sera yetiştiriciliği gerekse açıkta yetiştiricilikte birim alandan düşük verim alınmasına neden olmaktadır. Sağlıklı ve kaliteli fide ile üretim yapmak verimi olumlu yönde etkileyen en önemli faktörlerden birisidir (Kabay, 1999). Kocabaş (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, köklendirme döneminde yapraklardan uygulanan farklı gübrelemenin soğuk hava deposunda depolanan ve depolanmayan karanfil çeliklerinden elde edilen fidelerin beslenmesi ve morfolojisi üzerine olumlu etkisi olduğu belirtilmiştir.

Karanfil beslenmeye karşı toleranslı bir bitki olmasına rağmen, yetiştiriciliğinin yapıldığı toprakların pH değerinin 5.5–7.5 ve toprakların saturasyon ekstraktlı elektriksel kondaktivitelerinin 0.7–1.3 mmhos/cm olmasının karanfil üretiminde verim ve kaliteyi arttıracığı belirtilmiştir (Gallbally and Gallbally, 1997). Ancak Korkmaz (1995) tarafından yapılan çalışmada; karanfil yetiştirme ortamının doygunluk ekstraktının elektriksel iletkenlik değerleri ortalama 2.58, 3.29 ve 3.52 mS. cm<sup>-1</sup> olarak belirlenmiş ve bu yetiştirme ortamlarında karanfilin çiçek kalitesi ve veriminin etkilenmediği saptanmıştır. Karanfil yetiştiriciliği için uygun toprak özelliğinin; tınlı

bünyeli, organik madde içeriği %3–6, kireç içeriği %4–7, pH 6.0–7.5 arasında, tuzluluk ise 0.7–1.3 mmhos/cm olduğu bildirilmiştir (Anonim, 1981). Antalya bölgesinde karanfil yetiştiriciliği yapılan toprakların verimlilik durumunun incelendiği bir çalışmada, sera topraklarının %74.41'i aşırı kireçli, %75.86'sının organik maddece fakir ve % 83.1'i ise pH 7.5'den yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra sera topraklarında tuzluluk problemi olmadığı vurgulanmıştır. Aynı çalışmada toprakların % 72'sinde azot noksanlığı ve yaklaşık %89'unda alınabilir Fe noksanlığı belirlenmiştir (Arı, 1993). Bir diğer çalışmada ise karanfil topraklarının %50'ye yakını organik maddece fakir, yaklaşık %40'ında orta derecede tuzlu, yarıdan fazlasının aşırı kireçli ve pH değerlerinin yüksek olduğu saptanmıştır. Aynı çalışmada, toprak örneklerinin yarısına yakın bir kısmında Fe ve Zn noksanlığı tespit edilmiş ve bu noksanlığın sebebinin hem toprakta mineral olarak az olmasından ve hem de yüksek kireç ve pH içermesinden dolayı Fe ve Zn'nun yarayırsız formlara dönüşmesinden kaynaklandığı belirtilmiştir (Alagöz ve ark., 2006). Eyüpoğlu ve ark. (1998) tarafından yapılan bir çalışmada ise bitkiler için yarayırsız Fe içeriği ile toprak pH'sı ve kireç içerikleri arasında negatif korelasyonların bulunduğu belirlenmiştir.

Farklı toprak koşullarından dolayı bitki besin elementlerinin kökler vasıtası ile alınmadığı durumlarda, yapraktan uygulanması daha avantajlı olmaktadır. Bitkilerin kritik gelişme dönemlerinde ve toprakta besin elementlerinin yetersiz olduğu durumlarda yaprak gübrelerinin kullanılması oldukça faydalıdır (Römhald and El-Fouly, 1999).

Yapraklara püskürtme yoluyla bitkilere besin maddesi temini, köklerden verilmeye göre oldukça hızlı bir yöntemdir. Bu nedenle, özellikle demir, çinko gibi mikro besin elementlerinin topraktan alınmalarını güçleştiren; yüksek pH, yüksek kireç kapsamı gibi özelliklere sahip topraklarda yetişen duyarlı bitkilerde ortaya çıkması kaçınılmaz olan noksanlıkların tedavisinde, yapraktan gübreleme tercih edilebilecek bir yöntemdir. Güneş ve ark.(2000) bitkilerdeki Fe noksanlıklarının giderilmesinde yapraklara demir bileşiklerinin püskürtülerek uygulanmasının, toprağa uygulama biçimine göre daha etkili ve ekonomik olduğunu belirtmişlerdir.

Antalya koşullarında üç farklı karanfil (Ashley, Panda and Rony) çeşidinin topraktan kaldırdığı Fe miktarının çeşitliliğine göre değiştiği, Ashley ve Rony çeşitleri topraktan daha fazla Fe kaldırırken (sırasıyla 364 ve 381 g/da), Panda çeşidinin daha az miktarda Fe kaldırdığı (265 g/da) belirlenmiştir (Köseoğlu ve ark., 1995). Bir diğer çalışmada ise, iki farklı karanfil (Lena and Palas) türünün su kültüründe Fe aktivitesini incelenmiş ve Fe aktivitesinin türler arasında değişiklik gösterdiğini vurgulamıştır (Duijff et al., 1994).

Abduljabbar (1992) karanfilin farklı organlarının kapsadığı Fe miktarının değişken olduğunu belirlemiş ve karanfil yaprak ve çiçeklerindeki Fe miktarının, gövdedeki Fe miktarından daha fazla olduğunu saptamıştır. Bir diğer araştırmacı ise karanfilde toplam Fe miktarının %48'inin gövde ve çiçek saplarında, %36'sının yapraklarda ve %12 sinin çiçeklerde bulunduğunu tespit etmiştir (Köseoğlu ve ark., 1995). Hünler (1994) karanfilin farklı organlarının kapsadığı Fe miktarlarının yapraklarda yüksek olduğunu ve özellikle dip yaprakların Fe içeriğinin daha yüksek olduğunu belirlemiş bunu sırasıyla gövde ve çiçekteki Fe içeriği takip etmiştir.

Bu çalışmada; soğuk hava deposunda 4°C'de 55 gün depolanan ve depolanmayan sprey karanfil çeliklerinden elde edilen karanfil (*Dianthus caryophyllus* L) bitkisinin yapraklarına farklı dozlarda Fe-EDTA uygulanarak karanfilin değişik organlarındaki bitki besin elementi içeriklerine etkisi incelenmiştir.

## **2. MATERYAL VE YÖNTEM**

### **2.1. Materyal, Uygulamalar ve Denemenin Kurulması**

Bu çalışmada; bitki materyali olarak sprey karanfil üretiminde yaygın olarak kullanılan "Darling" (kırmızı) çeşidi kullanılmıştır. Çalışmanın köklendirme aşaması, 23.07.05–19.08.05 tarihleri arasında Bircan Tarım A.Ş. Fide Üretim Tesislerinde yürütülmüş, yetiştiricilik aşaması ise 27.09.05–14.05.06 tarihleri arasında Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesinin Tohumculuk Araştırma ve Uygulama Merkezindeki cam serada yürütülmüştür.

Denemede karanfil anaçlıklarının ilk çelik kırım döneminde alınan karanfil çelikleri soğuk hava deposuna konulmuş ve 4°C'de 55 gün soğuk hava deposunda muhafaza edilmiştir. Soğuk hava deposunda muhafaza edilen bu çelikler, karanfil anaçlığının son kırım döneminde alınan karanfil çelikleri ile birlikte köklendirme ortamına dikilmiştir. 27 günlük köklendirme döneminden sonra karanfil fideleri şaşırtılarak sera ortamındaki %40 kum, %3 torf, %57 toprak karışımından oluşan harç saksılara konulmuş, her bir saksıya 4 karanfil bitkisi gelecek şekilde dikim yapılmıştır. Dikim öncesi 10 kg'lı deneme toprağına 2.62gr MAP, 2.90 gr Potasyum nitrat, 0.90 gr Magnezyum nitrat, 13.78 gr Amonyum nitrat karıştırılmıştır. Yetiştirme ortamının bazı fiziksel, kimyasal analiz sonuçları ve karanfil fidelerinin besin içerikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Sera ortamına dikilen karanfillere dikimden çiçeklenmeye kadar geçen sürede yapraktan 4 defa Fe-EDTA (50ppm, 100ppm, 200ppm, 300ppm ) uygulanmıştır. Dikimden sonra hasat dönemine kadar düzenli sulama ve bakım işlemleri yapılmıştır.

Çizelge 1. Yetiştirme ortamının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri; depolanan ve depolanmayan çeliklerden elde edilen karanfil fidelerinin besin kapsamları

Yetiştirme Ortamının Özelliği		Karanfillerin Beslenme Durumları		
Özellik	Değer	Besin Kapsamı	Depolanan	Depolanmayan
pH (1:2.5 saf su)	7.79	N (%)	2.63	2.42
CaCO <sub>3</sub> , %	13.92	P (%)	0.25	0.25
Tektür	Kumlu killi tın	K (%)	1.94	1.71
Organik madde (%)	3.20	Ca (%)	2.10	2.16
E.C (mmhos/cm)	2.66	Mg (%)	0.19	0.23
Toplam N (%)	0.18	Fe (ppm)	105.45	118.15
Alınabilir P(ppm)	67.38	Zn (ppm)	228.80	235.60
K (me 100g <sup>-1</sup> )	0.92	Mn (ppm)	18.80	12.33
Ca (me 100g <sup>-1</sup> )	30.30	Cu (ppm)	254.70	333.75
Mg (me 100g <sup>-1</sup> )	2.41			
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	1.47			
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	4.408			
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	11.90			
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	1.46			

## 2.2. Bitki Analiz Yöntemleri

Sera ve köklendirme ortamından hasat edilen bitkiler laboratuvar ortamında üç defa saf su ile yıkanarak 70°C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur (Kacar, 1972). Kuru ağırlıkları belirlendikten sonra öğütülen bitkiler analize hazır hale getirilmiştir. Bitki örneklerinin N içeriği modifiye Kjeldahl metoduna göre (Kacar, 1972); P, nitrik-perklorik asit karışımı ile yaş yakılarak elde edilen çözeltide vanadomolibdo fosforik sarı renk metotuna göre analiz edilmiştir (Kacar ve Kovancı, 1982). Aynı çözeltide K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Zn ve Cu atomik absorpsiyon spektrofotometre ile belirlenmiştir (Kacar, 1972).

## 2.3. Toprak Analiz Yöntemleri

Laboratuara getirilen toprak örnekleri hava kuru hale getirilmiş ve 2 mm'lik elekten elenerek analiz aşamasına geçilmiştir. Toprak örneğinin pH'sı Jackson'a göre 1/2.5 toprak/su karışımında (Jackson, 1967), CaCO<sub>3</sub> içeriği Scheibler kalsimetresi kullanılarak (Evliya, 1964), elektriksel iletkenlik (EC) satürasyon çamurunda (Anonymous, 1982), bünye; Bouyoucos hidrometre yöntemine göre (Bouyoucos, 1955), organik madde modifiye Walkey-Black metoduna göre (Kacar, 1995) belirlenmiştir. Toplam N modifiye Kjeldahl metoduna göre (Black, 1965), alınabilir P, Olsen metoduna göre (Olsen, 1982), değişebilir K, Ca ve Mg analizleri 1.N Amonyum Asetat (pH=7) metoduna göre (Kacar, 1995) ve alınabilir Fe, Zn, Cu ve Mn analizleri ise DTPA metoduna göre (Lindsay and Norwell, 1978) yapılmıştır.

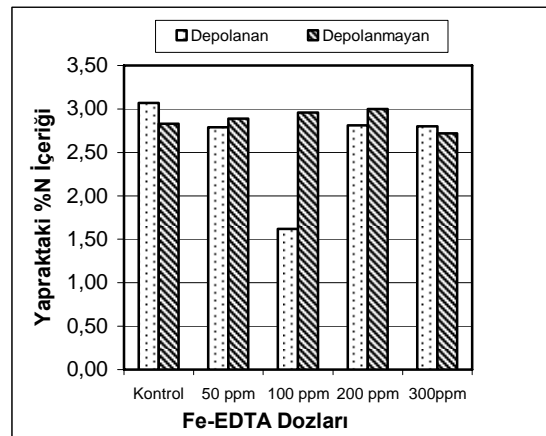
## 2.4. İstatistiksel Analiz Yöntemleri

Deneme sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesinde MINITAB ve SAS paket programları kullanılarak varyans analizi uygulanmış ve ortalamalar % 5 önem düzeyinde Duncan testine göre karşılaştırılmıştır.

## 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 3.1. Yapraktan Fe-EDTA Gübrelmesinin Karanfil Bitkisinin Yapraklarındaki Besin İçeriğine Etkisi

Denemeye alınan karanfil yapraklarının azot kapsamı üzerine depolama durumunun, Fe-EDTA gübrelmesinin ve bu iki faktör arasındaki interaksiyonun etkisi istatistiksel olarak p<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Yağmur ve ark. (2005) tarafından yapılan bir çalışmada artan Fe düzeyine karşılık yapraktan azot içeriğinin arttığı tespit edilmiştir. Ancak yapılan bu çalışmada artan Fe-EDTA uygulamalarının yapraktan %N içeriğine etkisi farklı olmuştur. Depolanan karanfil çeliklerinden oluşan bitkilerde genel olarak Fe-EDTA uygulamaları yapraklardaki azot içeriğini kontrol bitkilerine göre azaltırken, depolanmayan karanfil çeliklerinden oluşan bitkilerde ise Fe-EDTA dozunun artışına bağlı olarak hasada kadar geçen sürede yapraklardaki azot konsantrasyonu artmıştır. Ancak en yüksek doz olan 300ppm Fe-EDTA uygulamasında yaprakların azot içeriği azalmıştır (Çizelge 2, Şekil 1).



Şekil 1. Fe-EDTA gübrelmesinin yapraktan %N içeriğine etkisi





Karanfil yapraklardaki %N içeriği ortalama % 1.62 ile %3.07 arasında bulunmuştur. Bu değerler Jones ve ark. (1991) ve James ve ark. (2005) tarafından karanfil yaprakları için belirlenen optimum azot sınır değerinin (%3.20-%5.20; %3.33-%4.19) altındadır. Fakat karanfil yapraklarındaki besin içeriği üzerine yapılan bir başka çalışmada azot kapsamının %1.86-%3.37 arasında değiştiği belirlenmiştir (Abduljabbar, 1992).

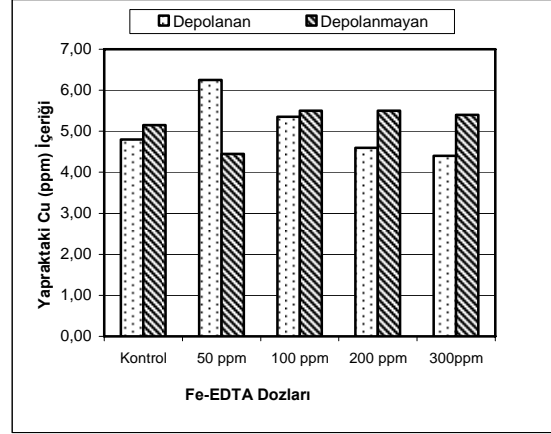
Bu çalışmanın yapıldığı koşullarda yapraktaki K, Mg, Fe içeriklerinin Fe-EDTA uygulamalarından istatistiksel anlamda etkilenmemiştir. Yaprakların K, Mg ve Fe kapsamları karanfil çeliklerinin depolanma durumuna göre %5 düzeyinde farklılık göstermiştir. Depolanan çeliklerden oluşan karanfillerin yapraklarındaki K, Mg, Fe içeriğinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Dikim öncesinde depolanan karanfil çeliklerinden oluşan fidelerin Fe içeriğinin düşük olması yaprak yoluyla uygulanan demirin absorpsiyonunun daha fazla olmasına ve hasat sonunda bu fidelerde Fe içeriğinin yüksek çıkmasının neden olmuş olabilir. Ayrıca bu fidelerin soğuk hava deposunda bekletilmesi sırasında hücre duvarının incilmesi ile geçirgenlik artmış, dolayısıyla yapraktan uygulanan Fe-EDTA daha fazla absorbe edilmiş olabilir. Nitekim Eryüce (1993) yapraktan alınımının daha hızlı olduğuna dikkat çekmiştir. Korkmaz (1990) demir noksanlığı gösteren soya fasulyesi bitkilerinde yaprak yoluyla uygulanan demir formlarının absorbe edilen ve taşınan miktarlarının, noksanlık göstermeyenlere göre daha fazla olduğunu belirtmiştir.

Karanfil yaprak örneklerinin P, K ve Mn içerikleri Dole ve Wilkins (1988)'in belirlediği sınır değerleri (sırasıyla %0.10-%0.50, %2-%6, 30ppm-445ppm) ile paralellik gösterirken; Mg, Fe ve Zn içerikleri ise Jones ve ark. (1991)'nin belirlediği sınır değerleri (sırasıyla %0.25-%0.70, 50ppm-200ppm, 25ppm-200ppm) arasında yer almaktadır. Yaprak örneklerinin Ca içeriği Dole ve Wilkins (1988), Jones ve ark. (1991)'nin belirttikleri sınır değerlerinin (sırasıyla %0.6-%2, %1-%2) üzerinde yer almıştır. Yetiştirme ortamının yüksek düzeyde kalsiyum içermesi (Çizelge 1) karanfil yapraklarında ki kalsiyum içeriğinin yüksek olmasına neden olmuştur. Ayrıca sulama sularının Ca bakımından zengin olması bitkilerin Ca içeriklerini yükselttiği düşünülmektedir.

Karanfil yapraklarının Cu içeriği üzerine depolama durumu ve Fe-EDTA uygulamalarının etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, bu iki faktör arasındaki interaksiyon %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Yapraktaki Cu içeriklerinin 4.40ppm ile 6.25ppm arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 2) (Şekil 2).

Yaprak örneklerinin Cu içerikleri Jones ve ark. (1991), James ve ark. (2005)'in belirttikleri (sırasıyla 8-30 ppm; 6-10ppm) sınır değerlerinin altında yer alırken Holey (1963), Hünler (1994), Abduljabbar (1992) tarafından yapılan çalışmalarda karanfil yapraklarının Cu için belirlenen sınır değerleri (sırasıyla 4 ppm, 3-12 ppm, 4-46 ppm) arasında olup, sonuçlar bizim çalışmamızla paralellik göstermektedir.

Araştırmacılar karanfil yapraklarındaki Cu içeriğinin geniş sınırlar içerisinde değiştiğini, bunun nedeni olarak hastalıklarla mücadelede bazı pestisitler ile bakırlı preparatların fazla miktarda kullanıldığını öne sürmüşlerdir.



Şekil 2. Fe-EDTA gübrelemesinin yapraktaki Cu (ppm) içeriğine etkisi

### 3.2. Yapraktan Fe-EDTA Gübrelemesinin Karanfil Bitkisinin Gövdelerindeki Besin İçeriğine Etkisi

Karanfil gövdelerindeki N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu ve Mn içerikleri üzerine Fe-EDTA uygulamasının etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Yalnızca gövdedeki K içeriği karanfil çeliklerinin depolanma durumuna göre %1 düzeyinde farklılık göstermiş ve depolanmayan çeliklerden oluşan karanfillerin gövdelerindeki potasyum içeriğinin (%2.48) depolanan karanfil çeliklerinden oluşan karanfillerin (%2.39) potasyum içerdiğinden yüksek olduğu saptanmıştır (Çizelge 3).

Karanfil gövde örneklerinin P, Cu ve Mn içerikleri Abduljabbar (1992)'in karanfillerin gövdelerinde belirlemiş olduğu P, Cu ve Mn içerikleri (sırasıyla %0.23-%0.51, 5ppm-22ppm, 26ppm-115ppm) ile paralellik göstermektedir. Karanfil gövdelerinin K, Mg ve Zn içerikleri Hünler (1994) tarafından karanfil gövdelerinde belirlenen değerler (sırasıyla %2.22-%3.30, %0.23-%0.44, 27ppm-59ppm) ile uyumludur. Abduljabbar (1992) ve Hünler (1994) tarafından yapılan çalışmalarda gövde örneklerinin N içerikleri için sırasıyla (%1.29-2.40, %1.97-2.75), Ca içerikleri ise sırasıyla (%1.10-2.30, % 0.48-0.90) olarak belirlenmiştir. Karanfil gövdelerinde belirlenen N ve Ca içeriği Abduljabbar (1992) ve Hünler (1994) tarafından yapılan çalışmalarda gövde örneklerinde belirlenen N içerikleri (%1.29-2.40, %1.97-2.75) ve Ca içerikleri (%1.10-2.30, %0.48-0.90) ile kıyaslandığında yüksek bulunmuştur. Karanfil gövdelerindeki Fe içeriği ise Abduljabbar (1992) ve Hünler (1994) tarafından yapılan çalışma sonuçlarının (sırasıyla 76ppm-647ppm, 111ppm-196ppm) altında yer almıştır.

Çizelge 3. Farklı dozlardaki Fe-EDTA gübrelemesinin karanfil gövdesindeki besin içeriğine etkisi

Fe-EDTA Dozları, ppm	% N (1)			% P			% K			% Ca			% Mg											
	Depolanan	Depolanmayan	Ort.	Depolanan	Depolanmayan	Ort.	Depolanan	Depolanmayan	Ort.	Depolanan	Depolanmayan	Ort.	Depolanan	Depolanmayan	Ort.									
Kontrol	3.02	3.11	3.07	0.33	0.33	0.33	2.30	2.32	2.31	2.39	2.30	2.35	0.38	0.35	0.37									
50 ppm	3.00	3.08	3.04	0.36	0.35	0.36	2.45	2.57	2.51	2.28	2.37	2.33	0.36	0.38	0.37									
100 ppm	3.17	2.63	2.90	0.37	0.33	0.35	2.35	2.57	2.46	2.38	2.36	2.37	0.38	0.36	0.37									
200 ppm	2.98	3.01	3.00	0.40	0.34	0.37	2.44	2.35	2.40	2.40	2.25	2.33	0.36	0.35	0.36									
300 ppm	3.00	2.93	2.97	0.37	0.37	0.37	2.39	2.57	2.48	2.23	2.41	2.32	0.36	0.33	0.35									
Ortalama	3.03	2.95		0.37	0.34		2.39	2.48		2.34	2.34		0.37	0.35										
<b>Önemlilik</b>																								
Depolanma durumu (D)	ö.d			ö.d			**			ö.d			ö.d											
Fe-EDTA dozları (Fe)	ö.d			ö.d			ö.d			ö.d			ö.d											
D X Fe	ö.d			ö.d			ö.d			ö.d			ö.d											
Fe-EDTA Dozları, ppm	Fe (ppm)						Zn (ppm)						Cu (ppm)						Mn (ppm)					
	Depolanan	Depolanmayan	Ort.	Depolanan	Depolanmayan	Ort.	Depolanan	Depolanmayan	Ort.	Depolanan	Depolanmayan	Ort.	Depolanan	Depolanmayan	Ort.	Depolanan	Depolanmayan	Ort.						
Kontrol	70.2	101.4	85.8	54.2	55.5	54.9	6.5	7.4	7.0	70.9	79.5	75.2												
50 ppm	48.2	53.0	50.6	50.6	56.4	53.5	6.7	6.9	6.8	68.5	66.9	67.7												
100 ppm	52.8	62.3	57.6	52.3	50.6	51.5	7.3	6.3	6.8	70.3	65.7	68.0												
200 ppm	50.4	85.8	68.1	48.9	58.6	53.8	6.6	7.6	7.1	65.7	69.7	67.7												
300 ppm	55.1	53.4	54.3	54.3	53.7	54.0	6.7	6.7	6.7	68.3	74.6	71.5												
Ortalama	55.3	71.2		52.1	55.0		6.8	7.0		68.7	71.3													
<b>Önemlilik</b>																								
Depolanma durumu (D)	ö.d			ö.d			ö.d			ö.d			ö.d			ö.d								
Fe-EDTA dozları (Fe)	ö.d			ö.d			ö.d			ö.d			ö.d			ö.d								
D X Fe	ö.d			ö.d			ö.d			ö.d			ö.d			ö.d								

- 1: Değerler 4 tekrerrü ortalamasıdır  
 2: Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (Duncan testi).  
 \* : p < 0.05 seviyesinde önemli, \*\* : p < 0.01 seviyesinde önemli; ö.d: önemli değil

Çizelge 4. Farklı dozlardaki Fe-EDTA gübrelmesinin karanfil çiçeklerindeki besin içeriğine etkisi

Fe-EDTA Dozları, ppm	% N (I)			% P			% K			% Ca			% Mg		
	Depolanan	Depolanmayan	Ort.	Depolanan	Depolanmayan	Ort.	Depolanan	Depolanmayan	Ort.	Depolanan	Depolanmayan	Ort.	Depolanan	Depolanmayan	Ort.
Kontrol	2.82 a	2.78 a	2.80	0.34	0.33	0.34	1.98	1.89	1.94	1.11	0.95	1.03	0.16	0.14	0.15
50 ppm	2.82 a	2.81 a	2.82	0.34	0.33	0.34	1.96	1.85	1.91	0.99	0.98	0.99	0.16	0.15	0.16
100 ppm	2.82 a	2.60 ba	2.71	0.36	0.31	0.34	1.95	1.81	1.88	1.07	0.93	1.00	0.15	0.14	0.15
200 ppm	2.64 ba	2.65 ba	2.65	0.34	0.32	0.33	1.93	1.74	1.84	1.05	0.97	1.01	0.16	0.14	0.15
300 ppm	2.28 b	2.51 ba	2.40	0.35	0.33	0.34	1.96	1.81	1.89	0.99	0.97	0.98	0.15	0.15	0.15
Ortalama	2.68	2.67		0.35	0.32		1.96	1.82		1.04	0.96		0.16	0.14	
<i>Önemlilik</i>															
Depolanma durumu (D)		ö.d			ö.d			ö.d			**			*	
Fe-EDTA dozları (Fe)		*			ö.d			ö.d			ö.d			ö.d	
D X Fe		ö.d			ö.d			ö.d			ö.d			ö.d	
Fe-EDTA Dozları, ppm	Fe (ppm)			Zn (ppm)			Cu (ppm)			Mn (ppm)					
	Depolanan	Depolanmayan	Ort.	Depolanan	Depolanmayan	Ort.	Depolanan	Depolanmayan	Ort.	Depolanan	Depolanmayan	Ort.	Depolanan	Depolanmayan	Ort.
Kontrol	57.4	38.0	47.7	67.7	66.6	67.1	8.0	7.8	7.9	71.6	63.9	67.7			
50 ppm	44.0	39.9	41.9	68.9	68.6	68.7	9.9	8.1	9.0	73.3	65.9	69.6			
100 ppm	40.0	37.8	38.9	71.4	64.4	67.9	8.3	8.2	8.2	66.6	58.0	62.3			
200 ppm	37.7	32.8	35.2	66.9	66.5	66.7	7.8	7.7	7.8	77.7	68.7	73.2			
300 ppm	38.6	42.8	40.7	69.7	70.6	70.1	7.9	8.2	8.1	73.2	67.1	70.1			
Ortalama	43.5	38.2		68.9	67.3		8.4	8.0		72.5	64.7				
<i>Önemlilik</i>															
Depolanma durumu (D)		ö.d			ö.d			ö.d			*				
Fe-EDTA dozları (Fe)		ö.d			ö.d			ö.d			ö.d				
D X Fe		ö.d			ö.d			ö.d			ö.d				

1: Değerler 4 tekrerrüt ortalamasıdır

2: Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (Duncan testi).

\* : p &lt; 0.05 seviyesinde önemli, \*\* : p &lt; 0.01 seviyesinde önemli, ö.d: önemli değil

### **3.3. Yapraktan Fe-EDTA Gübrelemesinin Karanfil Bitkisinin Çiçekteki Besin İçeriğine Etkisi**

Çiçeklerin azot içeriği üzerine, depolama durumunun etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, Fe-EDTA uygulamasının etkisi istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Hem depolanan hem de depolanmayan çeliklerden elde edilen karanfillerde 50 ppm Fe-EDTA uygulaması sonucunda çiçekte en yüksek azot içeriği belirlenmiştir (Çizelge 4). Ancak genel olarak incelendiğinde depolanan karanfillerinin 200ppm Fe-EDTA uygulamasından sonra çiçekteki azot içeriği azalırken, depolanmayan karanfillerinin çiçeklerindeki azot içeriği ise artan Fe-EDTA uygulamaları ile azalmıştır. Ancak çiçeklerin azot içeriklerinde ki bu azalış Abduljabbar (1992) ve Hünler (1994) tarafından yapılan çalışmalarda çiçek örneklerinde belirlenen N içerikleri (sırasıyla %1.30–2.10, %1.97–2.75) ile kıyaslandığında beslenme açısından herhangi bir sorun teşkil etmediği düşünülmektedir.

Bu araştırmada çiçeklerdeki Ca içeriğini, karanfil çeliklerinin depolanma durumu önemli düzeyde ( $p<0.01$ ) etkilemiştir. Depolanan çeliklerden oluşan karanfillerin çiçeklerindeki Ca içeriği (%1.04) depolanmayan çeliklerden elde edilen karanfillerin çiçeklerindeki Ca içeriğinden (%0.96) yüksektir. Abduljabbar (1992) ve Hünler (1994) tarafından yapılan çalışmalarda çiçek örneklerinde belirlenen Ca içerikleri (%0.25–0.35, %0.16–0.24) ile kıyaslandığında yüksek bulunmuştur. Bu durum yaprak ve gövdenin Ca içeriğinin yüksek olmasıyla açıklandığı gibi yetiştirme ortamının yüksek düzeyde kalsiyum içermesi (Çizelge 1) karanfil çiçeklerinde ki kalsiyum içeriğinin yüksek olmasına neden olmuştur.

Çiçekteki Mg ve Mn içeriklerinde de Ca içeriklerine benzer değişimler saptanmıştır. Karanfil çeliklerinin depolanma durumu, çiçeklerin Mg ve Mn içeriklerini %5 önem düzeyinde etkilediği belirlenmiştir. Çiçekte en fazla Mg (ortalama %0.16) ile Mn (ortalama 72.46 ppm) depolanan çeliklerden oluşan karanfillerin çiçeklerinde saptanmıştır. Karanfil çiçek örneklerinin Mg içerikleri Hünler (1994) ve Abduljabbar (1992) tarafından yapılan çalışmaların sonuçları ile uyumludur. Ancak çiçeklerde ki Mn içeriği Hünler (1994) tarafından yapılan çalışmada çiçekte belirlenen Mn içerikleri (28-73ppm) ile benzerlik gösterirken, Abduljabbar (1992) tarafından yapılan çalışmada çiçekte belirlenen Mn içeriklerinden (16-61ppm) yüksek bulunmuştur.

Karanfillerin çiçeklerindeki P, K, Fe, Zn ve Cu içeriği üzerine hem Fe-EDTA uygulamasının hemde depolama durumlarının etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Karanfil çiçek örneklerinin P, K, Zn ve Cu, içerikleri Hünler (1994) tarafından yapılan çalışmaların sonuçları ile uyumludur. Çiçekteki demir değerleri Hünler (1994) tarafından karanfil çiçeklerinde belirlenen Fe değerleri (98–181ppm) ile kıyaslandığında düşük bulunmuştur.

### **4. SONUÇ**

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, karanfil yetiştiriciliği aşamasında yapraktan artan dozlarda Fe-EDTA gübrelemesi yapılmasının bitkinin sadece yaprak ve çiçeğindeki azot içeriği üzerine etkili olduğunu ve diğer elementler üzerine etkisinin olmadığını göstermiştir. Karanfil çeliklerinin depolanma durumu ise yaprakların besin içeriklerini, çiçek ve gövdelerin besin içeriklerine göre daha fazla etkilemiştir. Bunun yanı sıra depolanan çeliklerden oluşan karanfillerin besin içeriklerinin daha yüksek çıkmasının yapraklarının daha geniş olması yaprak gübrelerinin etkinliğini arttırırken aynı zamanda karanfil çeliklerinin soğuk hava deposunda uzun bir süre bekletilmesi hücre zarının incelenmesi sonucu yapraktan Fe-EDTA uygulamalarının etkinliğini arttırmış olabileceğini düşündürmektedir. Yapraktan demir uygulamasının, Fe'in bitki dokusundan nüfusu ve gübreleme performansı üzerine olan etkisi fidenin yaprak morfolojisine ve fidenin depolama durumuna bağlı olarak incelendiğinde, depolanan çeliklerin yapraktan gübrelemeye daha olumlu sonuç verdiği görülmektedir.

### **5. KAYNAKLAR**

- Abduljabbar, E. J., 1992. Balçova'da Sera Koşullarında Yetiştirilen Karanfillerin (Astor) Beslenme Durumunu İncelenmesi. Ege Üniv. Fen Bilimleri Enst., Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Alagöz, Z., Öktüren, F., Yılmaz, E., 2006. Antalya Bölgesinde Karanfil Yetiştirilen Sera Topraklarının Bazı Verimlilik Özelliklerinin Belirlenmesi. Akdeniz Üniv. Zir. Fak. Dergisi, 19(1), 123-129.
- Anonim. 1981. Serada Karanfil Yetiştiriciliği. TAV Yayınları No:1, Yalova.
- Anonymous. 1982. Methods of Soil Analysis (Ed. A.L. Page). Number 9, Part 2, Madison, Wisconsin, USA, 1159 pp.
- Arı, N., 1993. Antalya Yöresinde Örtü Altında Yetiştirilen Lior Ve Nathalie Karanfil Çeşitlerinin Beslenme Durumlarının Belirlenmesi. Akdeniz. Üniv. Fen Bilimleri Enst., Yüksek Lisans Tezi, Antalya.
- Babadoğan, G., 2005. T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi, Ankara. <http://www.igeme.org.tr>.
- Black, C. A., 1965. Methods of Soil Analysis Part 2, Amer. Society of Agronomy Inc., Publisher Madisson, Wilconsin, U.S.A., 1372-1376.
- Bouyoucos, G. J., 1955. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of the Soils. Agronomy Journal, 4(9):434.
- Dole, J., Wilkins H. F., 1988. University of Minnesota Tissue Analysis Stardarts. Minnesota State Florist Bulletin, 37 (6), P (10-13).
- Duijff, Ben J., Bakker, P.A.H.M., Schippers, B., 1994. Ferric Pseudobactin 358 as an Iron Source for Carnation. Journal of Plant Nutrition, 17(12), 2069-2078.
- Eryüce, N. 1993., Yaprak Gübrelemesinin Fizyolojik ve Pratik Yönden İncelenmesi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, Vol: 30, No:-3, syf.137, İzmir.
- Evlıya, H., 1960. Kültür Bitkilerinin Beslenmesi. Ankara. Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, Yayın no:36, 292-294, Ankara.

- Eyüpoğlu, F., Kurucu, N. ve Talaz, S., 1998. Türkiye Topraklarının Bazı Mikro Elementler (Fe, Cu, Zn, Mn) Bakımından Genel Durumu. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Arş. Müd. Ankara.
- Galbally, J., Galbally, E., 1997. Carnations and Pinks for Garden and Greenhouse. Timber Press, Portland, Oregon. USA. pp: 1-310.
- Güneş, A., Alpaslan, M., İnal, A., 2000. Bitki Besleme ve Gübreleme. Ankara Üni. Ziraat Fak. Yayın No: 1514, Ders Kitabı:467,Ankara.Holley, W. D., 1968. Nutrient Levels in Tissue of Greenhouse Crops. Colo. Flow. Gro. Assn. Bull. 220, 4pp.
- Hünler, F., 1994. Balçova Yöresinde Yetiştirilen Esti (Sarı) Karanfillerin Değişik Konumlarındaki Yaprakların Kapsadığı Besin Maddeleri Miktarının İncelenmesi. Ege Üniv. Fen Bilimleri Enst., Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Jackson, M.C., 1967. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi.
- James, D. W., Topper, K. F., 2005. Hortfact- Carnation-Plant Analysis: Nutrient Testing of Leaves. Utah State University.USA.
- <http://www.hortnet.co.nz/publications/hortfacts/hf302005.htm>.
- Jones, J., Benton, J., Wolf, B., Mills, H.A., 1991. Plant Analysis Handbook of Plant Analysis and Interpretation Guide. Micro-Macro Publishing, Inc.,183 Paradise Blvd, Suite 108, Athens, Georgia 30607 USA, 213pp.
- Kacar, B., 1972. Bitki ve Toprak Kimyasal Analizleri. II. Bitki Analizleri, Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayın No: 453. Uygulama Kılavuzu 155, A.Ü. Basımevi, Ankara.
- Kacar, B., Kovancı, İ., 1982. Bitki, Toprak ve Gübrelerde Kimyasal Fosfor Analizleri ve Sonuçlarının Değerlendirilmesi, Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, No: 354, Ankara.
- Kocabaş, I., 2007. Depolan ve Depolanmayan Karanfil Çeliklerinde Farklı Gübre Uygulamalarının Fide Morfolojisi ve Besin İçeriği üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. Akdeniz Üniv. Fen Bilimleri Enst., Yüksek Lisans Tezi, Antalya.
- Korkmaz, A., 1990. Bazı Soya (*Glycine max*) Çeşitlerinde Demirin Yapraksal Absorpsiyonu ve Taşınımı. Doğa Tr. J. Agricultura and Forstry 14 , 492-503.
- Korkmaz, G.C., 1995. Toprak Tekstürü ve Tuzluluğunun Karanfilin Gelişimi ve Çiçek Niteliği Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Uludağ Üniv. Fen Bilimleri Enst. Toprak Anabilim Dalı, Bursa
- Köseoğlu, T., Kaplan, M., Aksoy, T., Pılanalı, N., Sarı, M., 1995. Antalya Yöresinde Serada Yetiştirilen Karanfil Bitkisinin Toprakta Kaldırdığı Bitki Besin Maddesi Miktarlarının Belirlenmesi. Tübitak Projesi. Proje No: TOAG-987/DPT-1, Antalya.
- Lindsay, W.L., Norwell, W.A., 1978. Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. Soil Sci. Amer. Jour.,42(3):421-28.
- Olsen, S.R., Sommers, E.L., 1982. Phosphorus Soluble in Sodium Bicarbonate, Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties. Edit: A.L. Page, P.H. Miller, D.R. Keeney, 404-430.
- Römhald, V., El-Fouly, M. M. 1999. Foliar nutrient application: Challenge and Limits in Crop Production, Proceeding of The 2. International Workshop on Foliar Fertilization, April 4-10. Bangkok, Thaliand.
- Yağmur, B., Aydın, Ş., Çoban, H., 2005. Bağda Yapraktan Demir (Fe) Uygulamalarının Yaprak Besin Element İçeriklerine Etkisi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.

## ANAMATERYAL VE ARAZİ KULLANIM ŞEKLİNİN TOPRAKTAKİ BAZI MİKROELEMENT FRAKSİYONLARININ DAĞILIMINA ETKİLERİ

Nutullah ÖZDEMİR Elif ÖZTÜRK Tuğrul YAKUPOĞLU  
O.M.Ü. Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, SAMSUN

Sorumlu yazar: nutullah@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 10.01.2008

Kabul Tarihi: 21.03.2008

**ÖZET:** Bu araştırma, ana materyal ve arazi kullanım şeklinin topraklardaki mikro element ve fraksiyonlarının (Mn, Fe, Cu ve Zn) dağılımları üzerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırma, Erzurum yöresinde yaygın olan dört farklı ana materyal (andezit, allüviyal, jips ve bazalt) ile mera (*Pastus*), yonca (*Medicago Sativa L.*), mısır-buğday münavebesi (*Zea mays-Triticum aestivum*) olmak üzere üç farklı arazi kullanım şekli altında bulunan alanlardan alınan toprak örnekleri üzerinde yürütülmüştür. Araştırma konusu topraklar, çoğunlukla tın tekstürlü, organik madde ve kireç içeriği düşük ile orta düzeyde olan, alkalilik problemi bulunmayan topraklardır. Mn, Fe, Cu ve Zn elementleri esas alınarak yapılan değerlendirmede söz konusu elementlerin dağılımının ana materyalin çeşidi ve arazi kullanımından önemli ölçüde etkilendiği belirlenmiştir. Toplam mikro element içerikleri ve fraksiyonlarının dağılımları genellikle andezit ana materyalinden oluşan topraklarda diğerlerinden daha yüksek olarak bulunmuştur. Mikro elementlerin topraklardaki dağılımlarının arazi kullanım şekillerine göre mera > yonca > mısır-buğday münavebesi şeklinde sıralandığı saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Fe, Cu, Mn, Zn fraksiyonları, ana materyal, arazi kullanımı

### EFFECTS OF PARENT MATERIAL AND LAND USE ON DISTRIBUTION OF SOME TRACE ELEMENTS FRACTIONS IN SOIL

**ABSTRACT:** This study has been undertaken in order to find out the effect of various parent material and land use on the distribution of trace elements (Mn, Fe, Cu and Zn) in soils. The investigation was carried out on four groups of parent materials (andesite, alluvial, jips and basalt) and tree land use (grassland, clover and corn) that are wide spread in Erzurum. Some properties of soils can be summarized as follows; medium in texture, low to medium in organic matter and lime content and free of alkalinity problem. Distribution of Mn, Fe, Cu and Zn were affected by type of parent material and land use, significantly. Distribution of total trace element contents and fractions were found higher in the soils formed andesite parent material. In soil, distribution of total trace elements were ordered as grassland > clover > corn.

**Key Words:** Fe, Cu, Mn, Zn fractions, parent material, land use

#### 1. GİRİŞ

Manganez, demir, bakır ve çinko elementlerinin bitkilere elverişlilikleri genelde toprak fraksiyonları arasındaki dağılımları ile ilişkili olarak değerlendirilmektedir. Bu ilişkilerin yorumlanmasında genellikle çözülebilir, organik kompleksler ve oksitlere (Fe, Mn, Al) bağlı formlar arasındaki ilişkiler esas alınmaktadır (Sims, 1986). Kritik toprak kimyasal özellikleri, formlar arasında değişimlere neden olarak noksanlık veya toksisitenin ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Iyenger ve ark., 1981; Sposito, 1982; Shuman, 1998). Toprak pH'sı, kation değişim kapasitesi (KDK), organik madde, tekstür, kil mineralojisi, oksit içeriği, bu elementlerin dağılımı ve alımını önemli ölçüde etkilemektedir (Gessler ve ark., 2000).

Mikro elementlerin topraktaki miktarları, ana materyal ve toprak oluşum süreçlerinin etkilerine bağlı olarak geniş ölçüde değişim göstermektedir (Heil ve Mahmoud, 1978; Kubota, 1981; Lund ve ark., 1981; Adriano, 1986). Mikro elementlerin toprak içerisindeki doğal dağılımları ise tarım, enerji, endüstri, madencilik, atık birikimi, gibi insan aktiviteleri tarafından önemli ölçüde etkilenmektedir (Page, 1974; Munro, 1983; Adriano, 1986).

Yoğun tarımsal ve endüstriyel uygulamalar geçen yüzyılda topraklarda mikro element konsantrasyonlarında artışlara neden olmuştur (Coppenet ve ark., 1993). Bu elementler bazen topraklarda bitki ve mik-

roorganizmalar için toksik düzeylere ulaşırlar. Kirlilikten kaynaklanan mikro element birikimi ile ilişkili olarak yürütülmüş çeşitli araştırmalar mevcuttur (Maskall ve Thornton, 1998; Walter ve Cuevas, 1999).

Adriano (1986), tarımsal ekosistemlere mikro elementlerin girişinde, atmosfer (aerosoller, partikül maddeler, tozlar, vb.) ve arazi uygulamalarından (gübreler, pestisitler, katı atıklar, diğer ıslah materyalleri, vb.) kaynaklanan iki ana girdinin bulunduğunu ifade etmiştir. Uzaklaşma yolları ise esas olarak bitkiler tarafından kullanılma (beslenme ve fiber), yıkanma ve erozyonla ilişkilidir. Girdi ve çıktı arasındaki akımlar sürekli olarak toprağın tarımsal üretimde kullanılıp kullanılmadığına, geçmişteki mikro element konsantrasyonuna bağlı olarak değişmekte olup muhtemelen kısa dönemler içerisindeki değişimler önemsiz olarak kabul edilmiştir.

Sims ve çalışma arkadaşları, pH'nın mikro elementlerin dağılımı üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürüttükleri bir araştırmada, düşük pH'larda Mn, Fe, Cu, ve Zn'nun değişebilir ve organik bağlı fraksiyonlarının yüksek pH'lardakinden daha fazla olduğunu belirlemişlerdir (Sims ve Patrick, 1978; Shuman, 1986).

Miller ve McFee (1983), 2.5 cm kalınlığındaki yüzey toprağını Zn ile kirlleterek yaptıkları bir araştırmada, değişebilir ve organik fraksiyonlara bağlı metallerin (Cd, Zn, Cu ve Pb) diğer fraksiyonlardan yüksek

olduğunu fakat oransal olarak kristalin Fe oksitler, Mn oksitler ve bakiye fraksiyonların düşük olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar ilave edilen Zn'nun organik fraksiyonlar tarafından çoğunlukla zayıf olarak adsorbe edildiğini ifade etmişlerdir (Chandi ve Takar 1982).

Bu çalışma ana materyal ve arazi kullanım şekillerinin toprakta mikro element fraksiyonlarının dağılımı üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Materyal

Bu araştırma, Erzurum yöresinde dört farklı ana materyal ve üç farklı arazi kullanım şekli (M: mera, Y: yonca, B: mısır-buğday münavebesi) altında bulunan (altı yıldır), hafif eğimli alanlardan alınan yüzey (0–20 cm) toprak örnekleri üzerinde ve faktöriyel düzende iki tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

### 2.2. Metot

Bu çalışmada; tekstür, Bouyoucos hidrometre; reaksiyon, cam elektrotlu pH metre; kireç, Scheibler Kalsimetresi; organik madde, Walkley-Black yöntemi; kation değişim kapasitesi, Bower yöntemi esas alınarak belirlenmiştir (Demiralay 1993; Black, 1965; Kacar, 1994; Soil Survey Staff, 1975; Lal, 1988;).

Mn, Fe, Cu ve Zn'nun değişebilir (EX-), organik (OM-), Mn oksitler (MnO-), amorf Fe oksitler (A-FeO), kristalin Fe oksitlere (C-FeO) bağlı ve rezidüyal (Re-) formları, Shuman (1986) metoduna göre belirlenmiştir. Takip edilen ekstraksiyon metoduna ilişkin bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir.

İstatistiksel değerlendirmeler, SPSS bilgisayar paket programı yardımıyla yapılmıştır.

## 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 3.1. Toprak Özellikleri

Çalışmada kullanılan toprak örneklerinde belirlenen bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2'nin incelenmesinden de görüleceği üzere, toprakların kum içerikleri % 35.8-67.0, silt içerikleri % 15.6-46.8, kil içerikleri ise %16.7-31.0 arasında değişmekte ve topraklar ço-

ğunlukla tın sınıfındadırlar. Toprakların organik madde içerikleri (% 0.94–3.09) az ile orta sınıfları arasında bulunmaktadır. Topraklarda kireç içeriği (%0.68–7.59) az ile orta kireçli sınıfları arasında yer almaktadır. Örneklerin kation değişim kapasiteleri 25.2-38.1 me 100 g<sup>-1</sup> arasındadır. Toprakların pH değerleri (1:2.5 toprak-su karışımında, w/v) 7.60–8.33 arasında bulunmakta olup örnekler reaksiyon bakımından hafif ve orta derecede alkalın sınıfları arasında yer almaktadır.

### 3.2. Toplam Mikro Elementler

Araştırma konusu örneklerde belirlenen toplam mikro element içeriklerine ilişkin değerler Şekil 1'de verilmiştir. Bu verilerin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere mikro element içerikleri ana materyalin çeşidi ve arazi kullanım şekline göre önemli ölçüde değişim göstermektedir. Mikro elementlerin topraktaki doğal düzeyleri, ana materyal ve toprak oluşum süreçlerinin etkilerine bağlı olarak geniş ölçüde değişim göstermektedir (Kubota, 1981; Lund ve ark., 1981; Adriano, 1986). Aynı iklim bölgesi içerisinde yer alan ve jips ana materyalinden oluşan topraklardaki Mn, Fe, Cu ve Zn elementi miktarları diğer ana materyallerden oluşan topraklardan daha düşük bulunmuştur. Bu durum muhtemelen ana materyallerin kimyasal bileşimlerinden kaynaklanmaktadır. Diğer taraftan bu elementlerin topraktaki dağılımlarının Fe > Cu > Zn > Mn şeklinde sıralandığı saptanmıştır. Arazi kullanım şeklinin de topraklardaki mikro element dağılımları üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir (Şekil 1 ve Çizelge 3). Bu etkinin arazi kullanım şekline göre mera > yonca > mısır-buğday münavebesi şeklinde sıralandığı saptanmıştır. Bu farklılık muhtemelen yüzey örtüsünün erozyona karşı toprağı koruyuculuk özelliği ile bitkilerin topraktan kaldırdığı besin elementi miktarlarındaki farklılıktan kaynaklanmış olabilir. Diğer taraftan topraktaki mikro element düzeylerinin insan aktiviteleri tarafından da önemli ölçüde etkilendiği ifade edilmektedir (Page, 1974; Munro, 1983; Adriano, 1986).

Çizelge 1. Ekstraksiyon yöntemleri

Fraksiyon	Çözelti	Toprak, g	Çözelti, ml	Koşullar
Değişebilir (EX-)	1 M Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (pH 7.0)	10	40	2 saat çalkala
Organik bağlı (OM-)	0.7 M NaOCl (pH 8.5)	10	20	Kaynayan su banyosunda arada sırada çalkalayarak 30 dakika beklet Ekstraksiyon işlemini tekrarla
Manganez okside bağlı (MnO-)	0.1 M NH <sub>2</sub> OH.HCl (pH 2)	1	50	30 dakika çalkala
Amorf demir okside bağlı (A-FeO)	0.2 M (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> in 0.2 M H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (pH 3)	1	50	Karanlıkta 4 saat çalkala
Kristalin demir okside bağlı (C-FeO)	Dördüncü basamaktaki çözeltiye 0.1 M ascorbic asit ilave edilir	1	50	Kaynayan su banyosunda arada sırada çalkalayarak 30 dakika beklet



Çizelge 2. Araştırma konusu toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Ana materyal	Arazi kullanımı	Tekstür			Organik madde, %	pH 1: 2.5	Kireç %	KDK me/100 g
		Kum, %	Silt, %	Kil, %				
Andezit	Mera (M)	48.4	25.2	26.4	3.09	7.75	1.36	37.3
	Yonca (Y)	45.9	23.1	31.0	1.74	7.90	0.68	38.1
	Mısır-buğday münavebesi (B)	51.0	25.0	24.0	1.74	7.85	1.26	36.6
Allüviyal	Mera (M)	58.7	22.2	19.1	2.48	8.13	1.26	32.5
	Yonca (Y)	58.1	23.8	18.1	2.59	8.00	1.36	32.1
	Mısır-buğday münavebesi (B)	58.3	24.0	16.7	2.19	7.93	2.63	30.4
Jips	Mera (M)	55.9	25.2	18.9	2.15	7.87	4.18	25.2
	Yonca (Y)	44.7	23.1	22.2	1.58	8.00	4.28	25.3
	Mısır-buğday münavebesi (B)	35.8	46.8	17.4	1.75	7.60	3.70	30.6
Bazalt	Mera (M)	60.1	18.3	21.6	2.18	8.08	3.70	31.3
	Yonca (Y)	67.0	15.6	17.4	2.66	7.90	5.54	32.6
	Mısır-buğday münavebesi (B)	64.8	17.7	17.5	0.94	8.33	7.59	30.1

### 3.3. Mikro Element Fraksiyonları

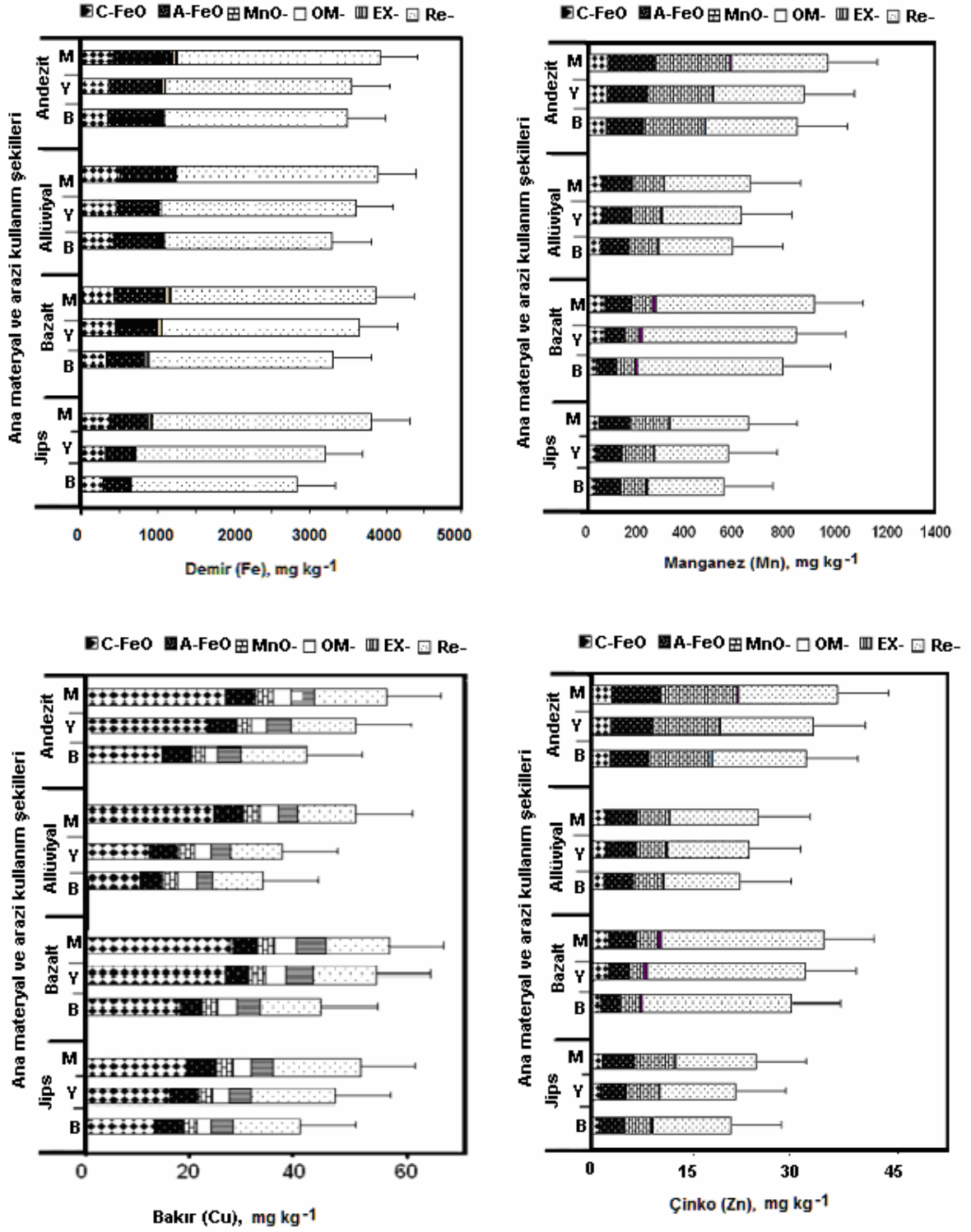
Toprak örneklerinde belirlenen mikro element fraksiyonu dağılımına ilişkin değerler Şekil 1’de, her bir fraksiyonun toplam içerisindeki oransal dağılımına ilişkin veriler Şekil 2’de ve bu değerlere ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 3’de verilmiştir. Bu verilerin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere mikro element fraksiyonu bakımından ana materyaller arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Verilerin yakından incelenmesinden de görüleceği üzere andezit ana materyalinden oluşmuş olan topraklar diğerlerine oranla daha yüksek mikro element fraksiyonu içeriğine sahiptirler. Diğer taraftan bütün ana materyallerde rezidüyal fraksiyon dahil Fe, Cu ve Zn fraksiyonları miktarları ve toplam konsantrasyon mera koşulları altındaki arazilerde diğerlerine oranla daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca Mn hariç diğer mikro element fraksiyonlarının dağılımları ana materyallerde benzerlik göstermektedir. Mn, Fe, Cu ve Zn elementlerinin

EX-, OM-, MnO-, A-FeO, C-FeO ve Re- formlarının dağılımları ana materyal çeşitlerine göre incelendiğinde en yüksek değer andezit ana materyalinden elde edildiği ve diğer elementlerin allüviyal, bazalt ve jips şeklinde sıralandığı belirlenmiştir. En düşük Mn, Fe, Cu ve Zn değerleri jips ana materyalinden oluşan topraklarda saptanmıştır. Yüksek düzeydeki toplam Fe miktarları, andezit ana materyalinden oluşan topraklarda belirlenirken, en düşük Fe içeriği değerleri yine jips ana materyalinden oluşan topraklarda belirlenmiştir. Toplam mikro element içeriklerinde olduğu gibi element fraksiyonları dağılımlarının da ana materyalin çeşidi ve arazi kullanım şekline önemli ölçüde etkilendiği anlaşılmaktadır (Şekil 2). Mikro element fraksiyonları dağılımlarının arazi kullanım şekilleri ölçeğinde mera > yonca > mısır-buğday münavebesi şeklinde sıralandığı saptanmıştır. Bu durum muhtemelen yüzey örtüsünün koruyuculuk özelliği ve erozyondan kaynaklanmaktadır

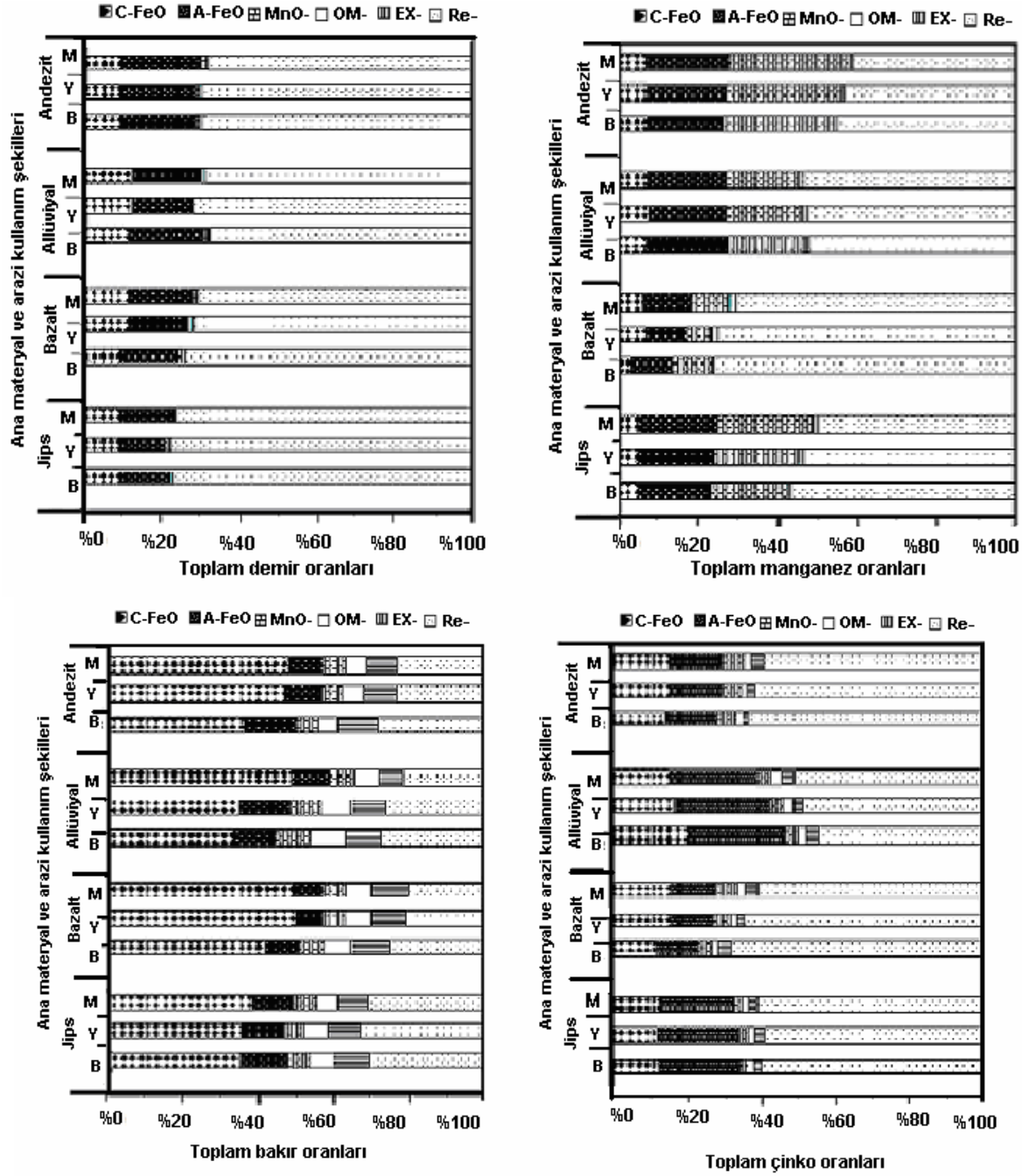
Çizelge 3. Arazi kullanım şekli ve anamateryal çeşidine bağlı olarak topraklardaki mikro element dağılımına ilişkin varyans analiz sonuçları

F-Değerleri	Andezit	Allüviyal	Bazalt	Jips
Mikro elementler (A)	3489516.187***	1661969.658***	8855966.342***	2935326.366***
Kullanım şekli (B)	9660.827***	5553.039***	34176.784***	31759.286***
Fraksiyonlar (C)	2261392.332***	1022458.467***	7216429.602***	2255115.523***
A*B	4574.655***	3617.642***	18826.000***	23149.263***
A*C	627475.470***	750689.468***	4175626.279***	1670077.909***
B*C	1884.973***	3103.957***	8081.983***	12472.660***
A*B*C	1666.979***	2392.363***	5324.117***	12179.373***

\*\*\*: %0.1 alfa seviyesinde önemli



Şekil 1. Mikro element (Mn, Fe, Cu ve Zn) fraksiyonlarının (kristalin demir oksitler (C-FeO), amorf demir oksitler (A-FeO), mangan oksitler (MnO-), organik bağlı (OM-), değişebilir (EX-) ve rezidüyal (Re-) ) arazi kullanımı ve anamateryal çeşidine bağlı olarak dağılımları



Şekil 2. Mikro element (Mn, Fe, Cu ve Zn) fraksiyonlarının (kristalin demir oksitler (C-FeO), amorf demir oksitler (A-FeO), mangan oksitler (MnO-), organik bağlı (OM-), değişebilir (EX-) ve rezidüyal (Re-) ) arazi kullanımı ve anamateryal çeşidine bağlı olarak toplam içerisindeki oransal dağılımları

#### 4. SONUÇ

Bu çalışmanın sonuçları, aynı iklim bölgesi içerisinde yer alan fakat farklı ana materyallerden oluşan ve farklı kullanım şekilleri altında bulunan topraklarda mikro element içerikleri ile fizikokimyasal toprak özelliklerinin önemli ölçüde farklı olduğunu göstermektedir. Toplam mikro element içerikleri ve fraksiyonların dağılımları genellikle andezit ana materyalinden oluşan topraklarda diğerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Bu durum muhtemelen ana materyallerin bileşimlerindeki farklılıktan kaynaklanmaktadır. Diğer taraftan bazı mikro element

fraksiyonları farklı kullanım şekillerinde diğerlerinden farklılık göstermiştir. Bu durum büyük olasılıkla kullanım şekillerine bağlı olarak ortaya çıkan erozyon ve yıkanma ile bitkilerin sömürme güçlerindeki farklılıktan kaynaklanmaktadır. Mikro element fraksiyonları ve mikro elementlerin topraklardaki dağılımlarının arazi kullanım şekillerine göre mera > yonca > mısır-buğday münavebesi şeklinde sıralandığı saptanmıştır. Mikro elementlerin değişik fraksiyonlarının dağılımının büyük ölçüde toplam rezidüyal fraksiyon içeriklerine bağlı olduğu görülmüştür. Buna karşın toprakların çoğunda toplam

bakırın önemli bir kısmının rezidüyal olmayan bakırla ilişki olduğu anlaşılmaktadır.

## 5. KAYNAKLAR

- Adriano, D. C., 1986. Trace Elements in the Terrestrial Environment. Springer-Verlag, New York.
- Black, C. A., 1965. Methods of soil analysis. Parts 1 and 2. Agronomy 9: 572-576, 671-698, 900, 1372-1375. Am. Soc. Argon. Madison, Wis.
- Chandi, K. S., Takar, P.N., 1982. Effects of agricultural cropping systems on micronutrients transformation. I. Zinc Plant Soil 69: 423-436.
- Coppenet, M., Golven, J., Simon, J. C, Lecorre, L., Leroy, M., 1993. Chemical evolution of soils in intensive animal-rearing farms. The example of Finistère. Agronomie 13: 77-83.
- Demiralay, İ., 1993. Toprağın Fiziksel Analizleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 143, Erzurum.
- Gessler, P.E., Chadwick, O.A., Charman F., Althouse, L., Holmes, K., 2000. Modelling Soil-Landscape and Ecosystem Properties Using Terrain Attributes. Soil Sci. Soc. Of Amer., J. 64:2046-2056.
- Heil, R. D., Mahmoud, K.R., 1978. Mean concentrations and coefficients of variation of selected trace elements of various soil taxa. pp. 198-213. In: Forest Soils and Land Use, C. T. Youngberg (ed.). Colorado State Univ., Fort Collins, CO.
- Iyanger, S.S., Martens, D.C., Miller, W.P., 1981. Distribution and plant availability of soil zinc fractions. Soil Sci. Soc. Am. J. 45: 735-739.
- Kacar, B., 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III Toprak Analizleri. Ank. Ün. Ziraat Fak. Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yay. No: 3, Ankara.
- Kubota, J. 1981. Role of soil survey trace element studies. pp. 177-186. In: Technical Monograph 1, Soil Research Inventories and Development Planning. Soil Conservation Service, USDA, Washington, D.C.
- Lal, R., 1988. Soil Erosion Research Methods. Soil and Water Conservation Society, pp: 141-149.
- Lund, L.J., Betty, E.E., Page, A.L., Elliott, R.A., 1981. Occurrence of naturally high cadmium levels in soils and its accumulation by vegetation. J. Environ. Qual., 10:551-556.
- Maskall, J.E., Thornton, I., 1998. Chemical partitioning of heavy metals in soils, clays and rocks at historical lead smelting sites. Water Air Soil Pollut. 108 (1998), pp. 391-409.
- Miller, W.P., McFee, W.W., Melley, J.M., 1983. Mobility and retention of heavy metals in sandy soils. J. Environ. Qual. 12: 579-584.
- Munro, R.D., 1983. Environmental research and management priorities for the 1980s. Ambio 12:61-62.
- Page, A.L., 1974. Fate and effect of trace elements in sewage sludge when applied to agricultural lands. Env. Protection Tech. Series EPA-670/2-74-005.
- Shuman, L.M., 1986. Effect of liming on the distribution of manganese, copper, iron and zinc among soil fractions. Soil Sci. Soc. Am. J. 50: 1236-1240.
- Sims, J.L., Patrick Jr W.H., 1978. The distribution of micronutrient cations in soil under conditions of varying redox potential and pH. Soil Sci. Soc. Am. J. 42: 258-262.
- Sims, J.T., 1986. Soil pH Effects on the Distribution and Plant Availability of Zinc, Manganese and Copper Soil. Sci. Am. 367-373.
- Soil Survey Staff., 1975. Soil Taxonomy. United States Department of Agriculture Handbook, 436, Washington, D.C.
- Sposito, G., Lund, L.J., Chang, A.C., 1982. Trace metal chemistry in arid-zone soils amended with sewage sludge. 1. Fractionation of Ni, Cu, Zn, Cd and Pb in solid phases. Soil Sci. Soc. Am. J. 46: 260-264.
- Walter, I., Cuevas, G., 1999. Chemical fractionation of heavy metals in a soil amended with repeated sewage sludge application. The Science of the Total Environment, Volume 226, Number 2, 9 February 1999, pp. 113-119(7).

## SİLİNDİRİK FINDIK DEPOLAMA YAPILARINDA DEPO YÜKÜ PROJELEME PARAMETRELERİ

Turgut ÖZTÜRK Hakan KİBAR

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Samsun

Sorumlu yazar: turgutoz@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 01.02.2008

Kabul Tarihi: 14.03.2008

**ÖZET:** Bu araştırmada serbest akış sistemine sahip çelik konstrüksiyon 1200 ton depolama kapasiteli silindirik bir fındık depolama yapısındaki projeleme yükleri fındık nem kapsamındaki değişime bağlı olarak incelenmiştir. Çalışmada fındık çeşidi olarak tombul, badem, mincane, çakıldak, sivri kullanılmıştır. Fındık tanelerinin önce serbest birim hacim ağırlık, özgül ağırlık, içsel sürtünme açısı, statik sürtünme katsayısı gibi fiziksel ve mekanik özellikleri saptanmış sonra hazırlanan MS Visual Basic 6.0 yazılım programıyla depo yük analizleri yapılmıştır. Araştırma sonucunda tane nem kapsamındaki artışın depo sistem projeleme yüklerinde azalmaya neden olduğu, projeleme yükündeki azalma oranlarının nem kapsamına ve çeşide bağlı olarak gerçekleştiği saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Fındık, fiziko-mekanik parametreler, projeleme yükü, visual basic

### THE DESIGN PARAMETERS OF STORAGE LOAD IN THE CYLINDRICAL STORAGE STRUCTURES FOR HAZELNUT

**ABSTRACT:** In this study, design loads depend on the hazelnut moisture content in a cylindrical storage structure for hazelnut which has system of free flow, steel construction and 1200 ton storage capacity were investigated. In the research, tombul, badem, mincane, çakıldak, sivri as hazelnut varieties were used. Firstly, the physical and mechanical properties such as bulk density, true density, angle of internal friction, ratio of pressure, static coefficient of friction of hazelnut grains were determined. Load analysis was then made using software program of MS Visual Basic 6.0. The results of research show that increase of the grain moisture content caused decrease at design loads of storage system. The decrease ratios of design load were occurred depend on moisture content and variety.

**Key Words:** Hazelnuts, physico-mechanical parameters, design load, visual basic

#### 1. GİRİŞ

Çikolata ve şekerleme sanayisinin en önemli girdilerinden birisini teşkil eden fındığın (*Corylus avellana*) en kaliteli çeşitleri, Türkiye’de Doğu Karadeniz Bölgesi’nde üretilmektedir (Çağlayan ve Durmuş, 2006). Fındığın dünya ve Türkiye’deki durumu incelendiğinde Türkiye ortalama 550.000 ha alanda 570.000 ton üretimle dünya fındık üretiminin yaklaşık %75’ ini karşılamakta ve bu durumuyla da üretimde tekel konumunda bulunmaktadır. Türkiye’yi sırasıyla İtalya, İspanya ve ABD izlemektedir (Günaydın ve Suiçmez, 2006).

Günümüzde mühendisler ürün depolama yapılarının projelendirilmesinde birçok bilinmeyenle karşılaşmaktadırlar. Bu nedenle ürün depolama yapılarının tasarımında konstrüksiyona yönelik bilgi yanında depolanan materyalin özellikleri de önemlidir. (Molenda ve ark., 2004).

Bütün taneli tarımsal ürünlerin serbest akış sisteminde depolanabilmesi için ürünün oluşturacağı depolama yüklerinin mühendislik uygulamalarda önceden tahmin edilmesi gerekir. Bu açıdan belirlenen akış tipine göre depoların projelendirilmesi yapılır (Anonymous, 1992).

Fındık içerdiği yağ, protein, karbonhidrat, vitamin ve antitoksidant fenoliklerin özel bileşimleri nedeniyle insan beslenmesi ve sağlığı açısından oldukça önemli bir tarım ürünüdür. Bu araştırmada Türkiye’ de üretilen bazı önemli fındık çeşitlerinde (tombul, badem, mincane, çakıldak, sivri) nem kapsamına bağlı

fiziko-mekanik parametrelerdeki değişimin (serbest birim hacim ağırlığı, özgül ağırlığı, içsel sürtünme açısı, basınç oranı, statik sürtünme katsayısı) serbest akış sistemine sahip 1200 ton depolama kapasiteli silindirik model bir depo sistemindeki projeleme yükleri MS Visual Basic 6.0 yazılım programıyla hazırlanmış bir bilgisayar programı kullanılmak suretiyle analiz edilmiştir.

#### 2. MATERYAL VE METOT

##### 2.1. Deneysel uygulamalar

Araştırma materyali olarak Türkiye’de yaygın üretimi yapılan tombul, sivri, badem, mincane ve çakıldak fındık çeşitleri kullanılmıştır (Şekil 1). Araştırma materyalleri laboratuvar koşullarında oda sıcaklığında kurutulduktan sonra parçalanmış, çatlamış, bozulmuş ve şekil bozukluğu gözlenen taneler ayrılarak deneye hazır hale getirilmiştir. Deneylere hazırlanan fındık çeşitlerinde öncelikle hasat nemi göz önüne alınarak depolama nem içerikleri (% 8, 12, 16) oluşturulmuştur.

Fındık çeşitlerinde istenilen nem içeriklerinin oluşturulmasında laboratuvar koşullarındaki ürün denge nemi referans alınmıştır. Bu bağlamda denge nem düzeyinin altındaki durumlar için kurutma yapılırken, denge nem düzeyinin üzerindeki durumlar için Balasubramanian (2001) tarafından geliştirilen eşitlik 1 kullanılmak suretiyle ilave su miktarı belirlenmiş, belirlenen bu su miktarı ürüne emdirilmiştir.

$$Q = \frac{W_i (M_f - M_i)}{100 - M_f} \quad (1)$$

**Simgeler**

Q	İlave su miktarı (g),	$V_w$	Örnek hacmi ( $m^3$ ),
$W_i$	Kuru örnek ağırlığı (g),	$\sigma$	Normal gerilme (kpa),
$M_i$	Örnek başlangıç nem içeriği (%),	N	Örnek üzerine uygulanan yük (kg),
$M_f$	Örnek son nem içeriği (%)	A	Hücresel alan ( $cm^2$ ),
$\gamma$	Birim hacim ağırlığı ( $kg.m^{-3}$ )	$\tau$	Kesme gerilmesi (kpa),
$G_1$	Birim ağırlık kovanın boş ağırlığı (kg),	T	Kesme kuvveti (kg),
$G_2$	Serbest fındık taneleri ile birim ağırlık kovanın ağırlığı (kg),	c	Kohezyon katsayısı,
V	Birim ağırlık kovanın iç hacmi ( $m^3$ )	$\phi$	İçsel sürtünme açısı (derece),
$\rho$	Özgül ağırlık ( $kg.m^{-3}$ )	$\mu_S$	Statik sürtünme katsayısı,
$m_s$	Toluen sıvısının ağırlığı (kg),	$F_s$	Sürtünme kuvveti (N),
$m_w$	Hava kurusu örnek ağırlığı (kg)	W	Normal kuvvet (N),
$V_s$	Toluen sıvısının hacmi ( $m^3$ )	R	Depo hidrolik yarıçapı (m),
L	Depolama yükü ( $kg.f.m^{-2}$ ),	k	Basınç oranı,
h	Yığın yüksekliği (m),		



Badem



Sivri



Tombul



Çakıldak



Mincane

Şekil 1. Araştırma materyali olarak kullanılan fındık çeşitleri

Farklı nem düzeylerindeki deney örneklerinin serbest birim hacim ağırlığı tayininde Mohsenin

(1980), Singh ve Goswami (1996) tarafından önerilen eşitlik 2 kullanılmıştır.



$$\gamma = \frac{G_2 - G_1}{V} \quad (2)$$

Fındık örneklerinin özgül ağırlık tayininde sıvının seviye değiştirmesi yöntemi esas alınarak Aydın (2002) ve Abalone ve ark. (2004) tarafından önerilen eşitlik 3 kullanılmıştır. Deney esnasında ilk aşamada fındık örnekleri için hava kurusu ağırlık bulunmuş, hava kurusu ağırlığı saptanan fındık örnekleri içi toluen dolu behere daldırılmış ve buna bağlı olarak beherdeki toluen hacim yükselmesine bağlı olarak da ürün hacmi belirlenmiştir.

$$\rho = \frac{m_s + m_w}{V_s + V_w} \quad (3)$$

Fındık çeşitlerinin içsel sürtünme açılarının belirlenmesinde Uzuner (1996), Zou ve Bruswitz (2001), Molenda ve ark. (2002), Mani ve ark. (2004) deki esaslar göz önüne alınarak direkt kesme yöntemi kullanılmıştır. Bu bağlamda örneklerin içsel sürtünme açılarının hesaplanmasında eşitlik 4, 5 ve 6 kullanılmıştır.

$$\sigma = \frac{N}{A} * 100 \quad (4)$$

$$\tau = \frac{T}{A} * 100 \quad (5)$$

$$\tau = (c + \sigma * \tan \phi) \quad (6)$$

Deney örneklerinin statik sürtünme katsayıları Beyhan ve ark. (1994)' na göre eşitlik 7 kullanılmak suretiyle hesaplanmıştır.

$$\mu_s = \frac{F_s}{W} \quad (7)$$

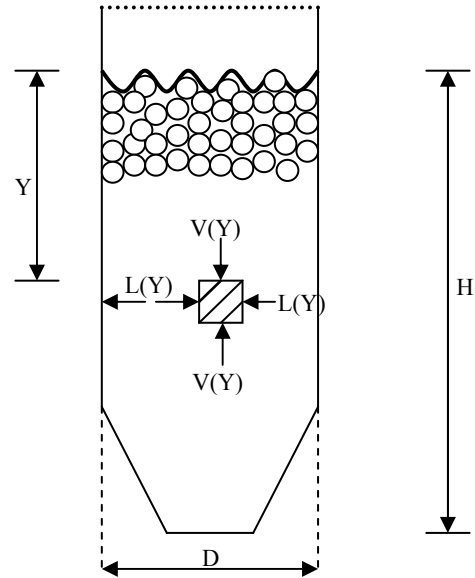
## 2.2. Kuramsal uygulamalar

Çalışma kapsamında kuramsal olarak oluşturulan serbest akış sistemine sahip çelik konstrüksiyon 1200 ton depolama kapasiteli silindirik model deponun kesit geometrisine ilişkin özellikler Şekil 2' de verilmiştir.

Ürün fiziko-mekanik tasarım parametrelerine bağlı projelme yüklerinin belirlenmesinde Anonymous (1983) ve Anonymous (1992 ) esas alınmıştır. Bu bağlamda eşitlik 8' de verilen klasik Janssen eşitliğini

esas alan bir MS Visual Basic 6.0 yazılım programı geliştirilmek suretiyle yük analizleri yapılmıştır.

$$L = \frac{\gamma x R}{4 \mu_s} x \left( h + \frac{e^{-4 x k x \mu x h / R}}{4 x k x \mu / R} - \frac{R}{4 x k x \mu} \right) \quad (8)$$



Şekil 2. Model depo kesit geometrisi

Şekilde;

H : Ürün yüksekliği, m

Y : Eşdeğer yığın derinliği, m

L(Y) : Herhangi bir Y derinliğinde ürün yanal basıncı, kg.m<sup>-2</sup>

V(Y) : Herhangi bir Y derinliğinde ürün düşey basıncı, kg.m<sup>-2</sup>

D : Depo çapı, m

Programda öncelikle ürün kitlesine bağlı olarak yanal ve düşey basıncı hesaplayan bir pencere açılmaktadır (Şekil 3). Bu sayfada kullanıcıya hidrolik yarıçap, ürün birim hacim ağırlığı, depo üst düzeyinden olan derinlik, içsel sürtünme açısı, ürün yüksekliği, statik sürtünme katsayısı ile ilgili bilgiler sorulmaktadır. Tüm bu bilgiler girildikten sonra hesapla komutu ile program silindirik fındık depolama yapısında meydana gelen yanal ve düşey basıncı hesaplamaktadır (Şekil 4).

Hidrolik Yarıçap	2.5	m
Ürün birim hacim ağırlığı	451.8	kg / m <sup>3</sup>
Depo üst düzeyinden olan derinlik	10	m
İçsel sürtünme açısı	29.8	derece
Ürün yığın yüksekliği	10	m
Ürün kitlesi ile depo duvarı arasındaki statik sürtünme katsayısı	0.204	
<input type="button" value="Temizle"/> <input type="button" value="Hesapla"/>		

Şekil 3. Programa gerekli verilerin girilmesi

Depo üst düzeyinin altında Y derinliğinde oluşan yanal duvar basıncı	1327.742	kg.f/m <sup>2</sup>
Yanal proje basıncı	5435.75	kg.f/m <sup>2</sup>
Depo üst düzeyinin altında Y derinliğinde oluşan düşey duvar basıncı	1108.893	kg.f/m <sup>2</sup>
<input type="button" value="Kapat"/>		

Şekil 4. Fındık deposunda oluşan yanal ve düşey basınçlar

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1. Deneysel uygulamalara ilişkin bulgular

Farklı nem içeriklerindeki tombul, badem, mincane, çakıldak ve sivri fındık çeşitlerine ilişkin serbest birim hacim ağırlık sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge 1'den de görülebileceği gibi fındık örneklerinin serbest birim hacim ağırlıkları nem içeriğine bağlı olarak 417.43-506.00 kg.m<sup>-3</sup> arasında değişim göstermiştir.

Fındık örneklerinde çeşide bağlı özgül ağırlık değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Çeşitlerin özgül ağırlıkları 756.00-842.67 kg.m<sup>-3</sup> arasında değişmekte olup, tane nem kapsamındaki artışa bağlı olarak tüm çeşitlerde özgül ağırlık değerleri artış göstermiştir.

Fındık örneklerine ilişkin içsel sürtünme açıları Çizelge 3'te verilmiştir. Çizelge 3'ten de görülebileceği gibi içsel sürtünme açısının en yüksek değeri badem fındık çeşidinde ve %16 nem içeriğinde, en düşük değeri ise mincane fındık çeşidinde ve % 8 nem içeriğinde saptanmıştır.

Fındık çeşitlerinde tane nem kapsamındaki değişime bağlı statik sürtünme katsayıları Çizelge 4'te verilmiştir. Çizelge 4'ten de görülebileceği gibi nem

içeriğinin artması ile statik sürtünme katsayısının her üç sürtünme yüzeyinde de lineer bir artış meydana getirdiği gözlemlenmiştir. Statik sürtünme katsayısının en yüksek değeri badem fındık çeşidinde %16 nem içeriğinde (0.315), en düşük değeri ise mincane fındık çeşidinde %8 nem içeriğinde 0.160 belirlenmiştir.

#### 3.2. Kuramsal uygulamalara ilişkin bulgular

Diğer taneli ürün depolama yapılarında olduğu gibi fındık depolama yapılarında da proje basıncı olarak yanal basınç esas alındığından (Anonymus, 1992) çalışma kapsamında depo kesit geometrisi sabit kalmak koşuluyla ürün fiziko-mekanik tasarım parametrelerindeki değişime bağlı olarak hesaplanan yanal basınç değerleri Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5'ten de görülebileceği gibi tane nem kapsamındaki değişime bağlı olarak yüksek yanal basınç değerleri sivri fındık çeşidinde en düşük değerler ise badem çeşidinde ölçümlenmiştir. Bunun yanında fındık depolama nemindeki artışın yanal basıncı artırma üzerindeki etkisi mincane (%18.8), sivri (%18.0), çakıldak (%14.50), tombul (%12.0) ve badem (%10.8) sırasını izlemiştir. Fındık tanelerinin



depolama sırasında oluşturacağı yanal basınç tane nemi arttıkça çeşide bağlı olarak azalma göstermektedir. Yanal basınçtaki azalma üzerinde fındık çeşitlerinin sahip oldukları belirli özelliklerde etkili olmaktadır. Bu bağlamda dikkate alınacak faktörler ürünün tane boyut özellikleri, yağ oranı ve lif yapısıdır. Ürün yağ oranı azaldıkça ve lif yapısı arttıkça yanal basınç değerleri de azalma göstermektedir. Çalışma da materyal olarak kullanılan fındık çeşitlerinden badem çeşidinin boyutsal özelliklerinin diğer çeşitlere göre daha büyük olması (en/boy oranı, en/kalınlık oranı ve tane yüzey alanı), daha lifli bir yapı göstermesi nedeniyle en düşük yanal basınç değeri bu çeşitte saptanmıştır.

Yüksek depo karakteristik özelliklerine sahip çelik konstrüksiyon silindirik depolarda ürünün oluşturduğu yanal basınç değeri arttıkça bu basıncı karşılayacak olan malzeme kalınlığı da artış göstermekte, bu durum silo yapım maliyetine yansımaktadır. Bu nedenle silo yapım maliyetinin azaltılmasında ürün depolama nemi ve ürün çeşidi büyük oranda etkili olmaktadır. Dolayısıyla fındığın yüksek depo karakteristik özelliklerine sahip çelik konstrüksiyon silindirik depolarda muhafazasında benzer özelliklerinin (yağ oranı, lif yapısı ve tane özellikleri) göz önüne alınması silo yapım maliyetini azaltacaktır.

Çizelge 1. Serbest birim hacim ağırlıklar

Nem İçeriği (%)	Serbest Birim Hacim Ağırlıkları (kg.m <sup>-3</sup> )				
	Tombul	Badem	Mincane	Çakıldak	Sivri
8	451.80	473.69	477.49	417.43	476.62
12	467.60	478.70	487.74	427.00	489.10
16	477.80	492.10	506.00	433.30	502.50

Çizelge 2. Özgül ağırlıklar

Nem İçeriği (%)	Özgül Ağırlık (kg.m <sup>-3</sup> )				
	Tombul	Badem	Mincane	Çakıldak	Sivri
8	793.10	792.33	803.00	756.00	788.00
12	818.50	815.67	823.33	787.33	812.33
16	836.30	837.67	842.67	812.67	837.67

Çizelge 3. İçsel sürtünme açıları

Nem İçeriği (%)	İçsel Sürtünme Açısı (derece)				
	Tombul	Badem	Mincane	Çakıldak	Sivri
8	29.8	32.4	28.3	28.4	29.2
12	30.9	33.6	29.8	30.8	31.3
16	32.8	34.3	31.8	32.0	32.7

Çizelge 4. Fındık çeşitlerinde statik sürtünme katsayıları\*

Çeşit	Nem İçeriği (%)	$\mu_s$
Tombul	8	0.204
	12	0.231
	16	0.267
Badem	8	0.243
	12	0.286
	16	0.315
Mincane	8	0.160
	12	0.215
	16	0.249
Çakıldak	8	0.204
	12	0.246
	16	0.283
Sivri	8	0.185
	12	0.229
	16	0.278

\* Sürtünme yüzeyi galvanizli çelik

Çizelge 5. Fındık çeşitlerinde fiziko-mekanik parametrelere bağlı yanıl basınçlar

Fındık çeşitleri	Nem içeriği (%)	$\gamma$ (kg.m <sup>-3</sup> )	$\phi$ (Degree)	$\mu_s$	$L_p$ (kg.m <sup>-2</sup> )
Tombul	8	451.80	29.8	0.204	5435
	12	467.60	30.9	0.231	5247
	16	477.80	32.8	0.267	4850
Badem	8	473.69	32.4	0.243	5016
	12	478.70	33.6	0.286	4642
	16	492.10	34.3	0.315	4524
Mincane	8	477.49	28.3	0.160	6423
	12	487.74	29.8	0.215	5773
	16	506.00	31.8	0.249	5405
Çakıldak	8	756.00	28.4	0.204	9453
	12	787.33	30.8	0.246	8676
	16	812.67	32.0	0.283	8256
Sivri	8	788.00	29.2	0.185	9925
	12	812.33	31.3	0.229	9041
	16	837.67	32.7	0.278	8407

#### 4. SONUÇLAR

Çalışma kapsamında aşağıdaki bulgular elde edilmiştir;

1. Fındık tanelerinin depolama sırasında oluşturacağı yanıl basınç tane nemi arttıkça çeşide bağlı olarak azalma göstermektedir.
2. Depolama sırasında fındık tane nemindeki artışın yanıl basınç üzerindeki etkisi mincane (%18.8), sivri (%18.0), çakıldak (%14.5), tombul (%12.0) ve badem (%10.8) sırasımı izlemiştir.
3. Depo yanıl basıncındaki azalma üzerinde fındık çeşitlerinin sahip oldukları belirli özelliklerde etkili olmaktadır. Bu bağlamda dikkate alınacak faktörler ürünün tane boyut özellikleri, yağ oranı ve lif yapısıdır.
4. Fındığın yüksek depo karakteristik özelliklerine sahip çelik konstrüksiyon silindirik depolarda muhafazasında, çeşide bağlı tane nem kapsamı silo yapım maliyetini etkileyen önemli bir parametredir.

#### 5. KAYNAKLAR

- Abalone, R., Cassinera, A., Gaston, A., Lara, M.A., 2004. Some Physical Properties of Amaranth Seeds. *Biosystems Engineering*, 89(1): 109-117.
- Anonymous, 1983. *Structures and Environment Handbook Chapter 101.1: Loads*, 11th Edition, MPWS. USA.
- Anonymous, 1992. *Design and Management of Storages for Bulk, Foll-Crop*. ASAE Engineering Practice: ASAE EP 475.
- Aydın, C., 2002. Physical Properties of Hazelnuts. *Biosystems Engineering*, 82(3): 297-303.
- Balasubramanian, D., 2001. Physical Properties of Raw Cashew Nut. *Journal of Agricultural Engineering Research* 78(3): 291-297.
- Beyhan, M.A., Nalbant, M., Tekgüler, A., 1994. Tane ve Zuruluflulu Fındıkların Sürtünme Katsayılarının Değişik Yüzeyler İçin Belirlenmesi. *Tarımsal Mekanizasyon 15. Ulusal Kongresi*, 20-22 Eylül 1994, Antalya.
- Çağlayan, A., Durmuş, E., 2006. Fındık Üretim Alanlarının Coğrafi Dağılışı. 3. Milli Fındık Şurası 10-14 Ekim 2004, 498-513, Giresun.
- Günaydın, G., Suiçmez, R.B., 2006. Türkiye'nin Fındık Politikası ve Çözüm Arayışları. 3. Milli Fındık Şurası 10-14 Ekim 2004, 570-575, Giresun.
- Mani, S., Tabil, L.G., Sokhansanj, S., 2004. Mechanical Properties of Corn Stover Grind. *Transactions of The ASAE*, 47(6): 1983-1990.
- Molenda, M., Montross, M.D., Horabik, J., Ross, I.J., 2002. Mechanical Properties of Corn and Soybean Meal. *Transactions of the ASAE*, 45(6): 1929-1936.
- Molenda, M., Horabik, J., Thompson, S.A., Ross, I.J., 2004. Effects of Grain Properties on Loads in Model Silo. *International Agrophysics*, 18: 329-332.
- Mohsenin, N.N., 1980. *Structures, Physical Characteristics and Mechanical Properties of Plant and Animal Materials*. Gordon and Breach Science Publishers New York.
- Singh, K.K., Goswami, T.K., 1996. Physical Properties of Cumin Seed. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 64(2): 93-98.
- Uzuner, B.A., 1996. *Temel Zemin Mekaniği*. Teknik Yayınevi, Ankara.
- Zou, Y., Brusewitz, G.H., 2001. Angle of Internal Friction and Cohesion of Consolidated Ground Marigold Petals. *Transactions of the ASAE*, 44(5): 1255-1259.

## TÜTÜN ATIĞININ FARKLI BÜNYELİ TOPRAKLARIN BAZI KİMYASAL VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Serkan İÇ Coşkun GÜLSER  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Samsun

Sorumlu yazar:cgulser@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 08.02.2008

Kabul Tarihi: 30.05.2008

**ÖZET:** Bu çalışmada; tütün atığının kil, tın ve kum bünyeli toprakların bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, her bir saksıya ağırlık esasına göre %5 (w/w) organik madde sağlayacak şekilde tütün atığı (T) uygulanmış ve saksılar 8 ay süreyle inkübasyona bırakılmıştır. Saksılardaki nem düzeyi her 2 günde bir tartılarak saf suyla tarla kapasitesine getirilmiştir. Hafif alkalin reaksiyona sahip toprakların pH değerleri tütün atığı uygulamasıyla azalmış, en düşük pH (8.0) kil bünyede belirlenmiştir. Toprakların elektriksel iletkenlik (EC) ve organik karbon (OC) değerleri ise tütün atığı uygulamasıyla önemli düzeyde artmış, en yüksek EC ( $4.129 \text{ dS m}^{-1}$ ) tın bünyeli, en yüksek OC (%1.37) ise kil bünyeli toprakta saptanmıştır. Toprakların hacim ağırlıkları (Db) tütün atığı uygulamasıyla azalmış, en düşük Db ( $1.017 \text{ gr cm}^{-3}$ ) kil bünyeli toprakta ölçülmüştür. Ortalama ağırlıklı çap (OAÇ), agregat stabilitesi (AS) ve doymun hidrolik iletkenlik (Ks) değerleri atık uygulamasıyla artmıştır. En yüksek OAÇ (0.981 mm) ve AS (%46.73) değerleri kil bünyeli, en yüksek Ks değeri ( $44.975 \text{ cm saat}^{-1}$ ) ise kum bünyeli toprakta belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Tekstür, Tütün atığı, Hacim ağırlığı, Agregat stabilitesi, Doymun hidrolik iletkenlik

### EFFECTS OF TOBACCO WASTE ON SOME CHEMICAL AND PHYSICAL PROPERTIES OF DIFFERENT TEXTURED SOILS

**ABSTRACT:** In this study, effects of tobacco waste on some physical and chemical properties of clay, loam and sand textured soils were investigated. To provide 5% organic matter content in each soil, tobacco waste was added to each pot according to oven dry weight basis, and soils were incubated for 8 months. Moisture contents in pots were kept around field capacity with adding distilled water after weighing the pots in every 2 days. At the end of the study, pH values of soils decreased by tobacco waste application, and the lowest pH (8.00) was determined in clay textured soil. Electrical conductivity (EC) and organic carbon (OC) values of soils increased significantly by tobacco waste application, and the highest EC ( $4.129 \text{ dS m}^{-1}$ ) was in loam textured soil and the highest OC (1.37%) was in clay textured soil. Bulk density (Db) values decreased by the waste application. The lowest Db ( $1.017 \text{ gr cm}^{-3}$ ) was measured in clay textured soil. Application of tobacco waste increased mean weight diameter (MWD), aggregate stability (AS) and saturated hydraulic conductivity (Ks) values of soils, the highest values of MWD (0.981 mm) and AS (46.73%) were in clay textured, and the highest Ks ( $44.975 \text{ cm h}^{-1}$ ) was in sand textured soil.

**Key Words:** Texture, Tobacco waste, Bulk density, Aggregate stability, Saturated hydraulic conductivity

#### 1. GİRİŞ

Toprakların bozulmuş fiziksel ve kimyasal özellikleri onların verimliliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Topraktaki organik madde yetersizliği bu olumsuz koşulların meydana gelmesindeki en önemli faktörlerden birisidir. Bu sorunun çözümünde uygulanan yol ise topraklara organik madde ilavesidir. Topraktaki organik madde bütün tekstür gruplarında toprakların fiziksel özelliklerini etkilemektedir (Haynes ve ark., 1991).

Toprakların agregat stabiliteyi üzerine etkili olan faktörler arasında en önemlileri toprağın kil miktarı ve organik madde içeriğidir. Araştırmacılar, organik materyal uygulamasının tarım topraklarının agregat stabilitesine olumlu etkide bulunduğunu belirtmektedirler (Vigerust, 1984; Glauser ve ark., 1988). Caravaca ve ark., (2001) tarafından yapılan bir çalışmada, taze organik atık ilavesinin suya dayanıklı agregat stabilitesinde %17 artış sağladığı, kompostlaşmış organik atık ilavesinin ise kil içeriği yüksek olan topraklarda %13 artış sağladığı belirlenmiştir. Her iki toprakta ince silt fraksiyonu içerisindeki organik karbon ve hümin maddelerdeki

büyük artışın kompost ilavesi ile gerçekleştiği bildirilmiştir.

Toprak fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi için yeşil gübre veya bitki artıklarının toprakla karıştırılması organik madde içeriğinin artmasına ve hacim ağırlığının düşmesine neden olmaktadır (Tirlok Singh ve ark., 1980; Boparai ve ark., 1992). Toprağa uygulanan organik madde toprağın su tutma kapasitesini de artırmaktadır. Toprağın organik madde içeriğinin artması toprağın tarla kapasitesi, solma noktası ve yarıyışlı nem içeriğinde artışa neden olmaktadır (Gupta ve ark., 1977). Ağır kil bünyeli topraklarda, tanecikler arasındaki gözenek çaplarının küçük olması nedeniyle infiltrasyon oranı ve hidrolik iletkenlik değerleri düşüktür. Organik madde ince bünyeli topraklarda agregatlaşmayı artırarak daha iyi havalanmalarını sağlamakta ve aynı zamanda daha fazla su depolamasına yardımcı olmaktadır (Lal, 1979). Toprak organik maddesi uygun havalanmayı sağlayarak, bitki besin elementleri ve suyun bitkiler tarafından alınımını artırdığı gibi, bitkiler için toksik etkiye sahip olan bazı organik bileşiklerin oluşumunu da önlemektedir (Brohi ve ark., 1997). Aggelides ve ark., (2000) toprakların kimyasal özelliklerinin

kompost uygulamasından etkilendiğini, organik madde, pH, EC ve değişebilir katyon miktarlarının organik madde uygulamasıyla doğru orantılı olarak artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

Durak ve Brohi (1986), tütün atığı uygulamasının toprağın organik madde ve bitki besin elementleri içeriğini yükselttiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmanın amacı, organik madde kaynağı olarak tütün atığının farklı bünyeye sahip toprakların bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri üzerine olan etkilerini belirlemektir.

## 2. MATERYAL VE METOT

Araştırmada kullanılan toprak örnekleri Samsun'un Kavak ilçesi, Bafra ilçesi ve Kurupelit Beldesinin kuru tarım yapılan arazilerden alınmıştır. Çalışmada organik madde kaynağı olarak kullanılan tütün atığı (T) Samsun TEKEL Yaprak İşleme Müdürlüğünden temin edilmiştir. Tütün atığına ait bazı kimyasal özellikler Kacar (1984)'e göre belirlenmiştir. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre üç farklı bünyeye sahip toprakta, iki uygulama (kontrol ve tütün atığı) ve üç tekerrürlü olarak 18 saksıda 8 ay süreyle sera koşullarında yürütülmüştür. Toprak örnekleri havada kurutulup 2 mm'lik elekten geçirildikten sonra fırın kuru ağırlık esasına göre her bir saksıya 400 gr olacak şekilde tartılmıştır. Her saksıya %5 (w:w) organik madde sağlayacak şekilde 1 mm'lik elek açıklığına sahip değirmende öğütülmüş tütün atığından ilave edilmiştir. Deneme süresince saksılar 2 günde bir tartılarak saf su ilavesiyle topraktaki nem düzeyi tarla kapasitesine getirilmiştir.

Deneme sonunda saksılardan alınan toprakların pH değerleri 1:1 toprak:su süspansiyonunda (örnekler bir gece bekletildikten sonra) cam elektrotlu pH-metre ile (Bayraklı, 1987), elektriksel iletkenlik değerleri aynı süspansiyonda (1:1) elektriksel kondaktivite aletiyle belirlenmiştir (Richards, 1954). Toprakların organik karbon değerleri "Walkley-Black" yöntemine göre bulunmuştur (Kacar, 1994). Doygun hidrolik iletkenlik değerleri (Ks) sabit seviyeli permeametre yöntemine göre belirlenmiştir (Demiralay, 1993). Doygun hidrolik iletkenlik değerleri sabit seviyeli geçirgenlik yöntemine göre bozulmamış örnek alma silindiriyle (100 cm<sup>3</sup>) her bir saksının merkezinden alınan toprak örnekleri üzerinde Marriott düzeneğiyle 1.0 cm yüksekliğinde su göllendirilerek ölçülmüştür. Hacim ağırlığı değerleri de aynı bozulmamış toprak örneklerinde belirlenmiştir (Demiralay, 1993). Toprak örneklerinin agregat stabilitesi değerleri "ıslak eleme" yöntemine göre Yoder tipi ıslak eleme aletinde elenen örneklerde kum düzeltmeleri yapılarak yüzde olarak ifade edilmiştir (Kemper ve Rosenau, 1986). Havada kurutulan toprak örnekleri farklı elek açıklıklarına sahip elek seti üzerinde elenerek ortalama ağırlıklı çap (OAÇ) değerleri bulunmuştur (Demiralay, 1993).

Çalışmadan elde edilen verilerin istatistiksel analizleri TARİST programında yapılmıştır. Topraklar ve uygulamalar arasındaki interaksiyonların önemliliği LSD testi ile gösterilmiştir (Yurtsever, 1984).

## 3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Çalışmada kullanılan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Kil, tın ve kum bünyeye sahip toprakların tamamı hafif alkali reaksiyona sahip olup, organik maddece zayıf ve tuzluluk sınıfı bakımından ise tuzsuz sınıfına girmektedir (Soil Survey Staff, 1993).

Çizelge 1. Deneme topraklarının bazı özellikleri

	Kavak	Bafra	Kurupelit
Kum, %	22.08	48.31	89.88
Silt, %	26.29	34.29	3.02
Kil, %	51.63	17.40	7.10
Tekstür Sınıfı	C	L	S
pH (1:1)	8.12	8.25	8.60
Org. Madde, %	1.46	1.13	0.20
EC <sub>25</sub> <sup>0</sup> , dS m <sup>-1</sup>	0.52	0.32	0.19

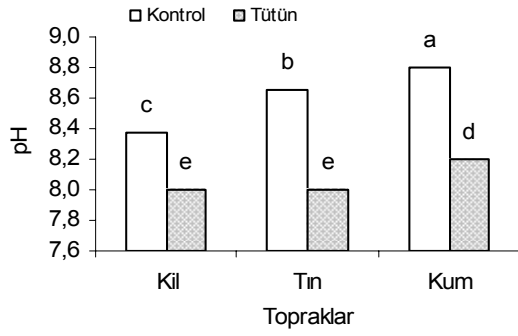
Organik madde kaynağı olarak kullanılan tütün atığı kuru ağırlık esasına göre % 42.62 organik C (%73.5 OM), %3.016 N içermekte ve 14:1 C:N oranına sahiptir. Tütün atığının saturasyon ekstraktında pH değeri 5.26, elektriksel iletkenlik (EC) değeri ise 12.98 dS m<sup>-1</sup> bulunmuştur.

Tütün atığı uygulamasının farklı tekstür gruplarındaki toprakların bazı kimyasal ve fiziksel özelliklerine etkilerine ait varyans analiz sonuçlarına ait F değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. İncelenen tüm özelliklerin topraklar arasında %1 düzeyinde çok önemli farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Tütün atığı uygulaması OAÇ dışındaki özellikleri kontrol uygulamasına göre çok önemli düzeyde etkilemiştir (P>0.01). Toprak x atık interaksiyonu pH, EC, OC ve Ks değerleri için % 1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Tütün atığı uygulaması toprakların pH değerlerini kontrole göre istatistiksel olarak önemli düzeyde azaltmıştır. En yüksek pH değeri (8.80) kum bünyeli toprakta kontrol uygulamasında, en düşük pH değeri (8.00) kil bünyeli toprakta tütün atığı uygulamasında belirlenmiştir (Şekil 1). Topraklara uygulanan organik atıkların parçalanıp ayrışmasıyla açığa çıkan CO<sub>2</sub> gazı toprakta bulunan mevcut su (H<sub>2</sub>O) ile reaksiyona girerek karbonik asite (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) dönüşebilmektedir. Meydana gelen bu asitlik toprakların pH değerlerinin azalmasına neden olabilir (Sağlam, 1997). Singh ve Kansal (1985) ve Pikul ve Allmaras (1986) toprağa organik atık uygulamasının toprak pH'sını azalttığını belirtmişlerdir.

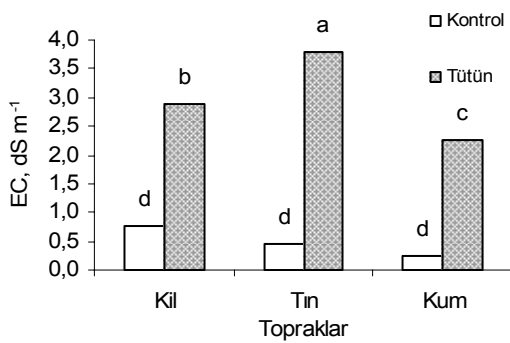
Çizelge 2. Araştırmaya konu olan parametrelere ait varyans analizlerine ait F değerleri

	Sd	pH	EC	OC	Db	AS	OAÇ	Ks
Toprak(A)	2	282.6**	36.6**	1328.2**	65.6**	532.9**	499.7**	84.1**
Atık (B)	1	2535.0**	1633.3**	1052.9**	118.4**	1066.8**	1.8	63.7**
AxB	2	61.8**	36.6**	10.18**	0.618	0.354	3.47	23.1**



Şekil 1. Tütün atığı uygulamasının toprakların pH değerleri üzerine etkileri (LSD: 0.06 %1'de)

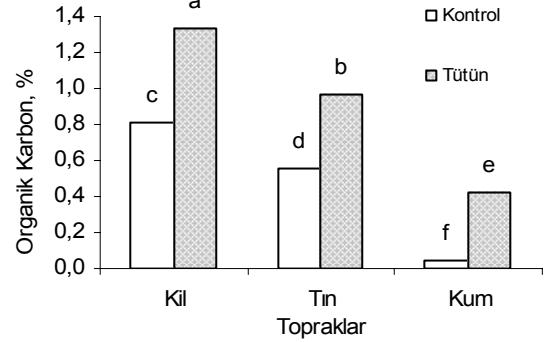
Tütün atığı uygulaması toprakların EC değerlerini istatistiksel olarak önemli düzeyde artırmıştır. En yüksek EC değeri ( $4.129 \text{ dS m}^{-1}$ ) tın bünyeli toprakta tütün atığı uygulamasında, en düşük EC değeri ( $0.240 \text{ dS m}^{-1}$ ) ise kum bünyeli toprakta kontrol uygulamasında belirlenmiştir (Şekil 2). Uygulanan tütün atığı EC değerlerini kil bünyeli toprakta %376, tın bünyeli toprakta %848 ve kum bünyeli toprakta ise %916 oranında artırmıştır. Birçok araştırmacı topraklara organik madde ve kompost ilavesinin elektriksel iletkenliği önemli derecede artırdığını bildirmiştir (Eigenberg ve ark., 2002; Wang ve Yang, 2003; Caravaca ve ark., 2003). Candemir (2005) yaptığı araştırmada ahır gübresi, fındık zuru, çay atığı ve tütün atığı uygulamaları içerisinde toprakların EC değerini en fazla tütün atığı uygulamasının artırdığı ve bu durumun düşük C/N oranına ve yüksek EC değerine sahip tütün atığının diğer organik atıklara göre toprakta daha fazla parçalanıp ayrışmasından kaynaklandığını bildirmiştir.



Şekil 2. Tütün atığı uygulamasının toprakların EC değerleri üzerine etkileri (LSD: 390.1 %1'de)

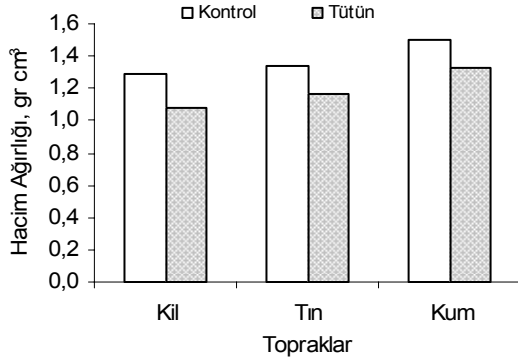
Tütün atığı uygulaması sonucu en yüksek OC değeri (%1.368) kil bünyeli toprakta, en düşük OC değeri (%0.039) ise kum bünyeli toprakta ve kontrol uygulamasında belirlenmiştir (Şekil 3). Deneme sonunda kontrole göre organik atık uygulaması OC

içeriğini kumlu, tınlı ve killi topraklarda sırası ile %919, %172 ve %164 oranında artırmıştır. Deneme başlangıcında aynı düzeye getirilen organik madde düzeyi atığın parçalanıp ayrışması sonucu kil bünyeli toprakta daha az, kum bünyeli toprakta ise daha çok azalma göstermiştir. Organik atıkların parçalanma ve ayrışması organik atığın C/N oranı ile yakından ilişkilidir. Genel olarak C/N oranı düşük olan organik atıkların parçalanması daha kolay ve daha hızlı gerçekleşir (Sağlam, 1997). C/N oranı 14:1 gibi dar olan tütün atığının parçalanıp ayrışmasının da hızlı olması beklenir. Havalanma kapasitesi yüksek, kaba bünyeli topraklar organik maddeyi daha az korumakta ve daha kısa sürede organik maddenin mineralize olmasına neden olmaktadır. Ağır bünyeli topraklarda ise havalanmanın düşük olması ile parçalanma ve ayrışma hızları düşük olduğundan ilave edilen organik maddenin birikimi de fazla olmaktadır (Shepherd ve ark., 2002).



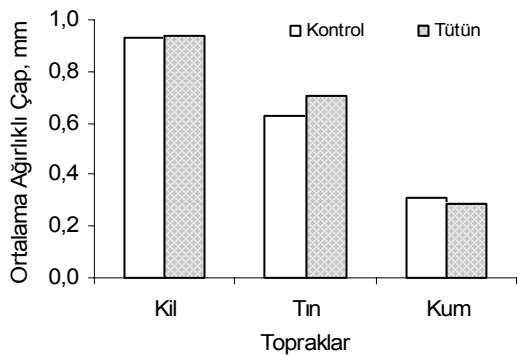
Şekil 3. Tütün atığının toprakların organik karbon değerleri üzerine etkileri (LSD: 0.07 %1'de)

Tütün atığı uygulaması toprakların hacim ağırlığı (Db) değerlerini istatistiksel olarak önemli düzeyde azaltmış, en yüksek Db değeri ( $1.528 \text{ g cm}^{-3}$ ) kum bünyeli toprakta kontrol uygulamasında, en düşük Db değeri ( $1.017 \text{ g cm}^{-3}$ ) ise kil bünyeli toprakta tütün atığı uygulamasında belirlenmiştir (Şekil 4). Hacim ağırlığı; birçok tarımsal işlemlerde kullanılan ve tekstür, strüktür, organik madde içeriği, derinlik gibi toprak özelliklerine ve toprak işleme uygulamalarına bağlı olarak değişen toprağın fiziksel özelliklerinden birisidir. Topraklara organik madde ilavesinin hacim ağırlığı değerini azalttığı yapılan birçok araştırma sonucunda bilinmektedir (Boyle ve ark., 1989; Chenu ve ark., 2000; Marinari, 2000; Loveland ve Webb, 2003). Gülser (2004) ve Candemir (2005) yaptıkları çalışmalarda toprakların organik madde içerikleri ile hacim ağırlığı değerleri arasında çok önemli negatif ilişkiler belirlemişlerdir. Anikve (2000), çeltik kavuzunun artan dozlarının kil bünyeli toprağa ilavesiyle toprakların fiziksel özelliklerinin iyileştiğini, toprağın hacim ağırlığının azaldığını ve buna bağlı olarak porozitenin arttığını tespit etmiştir.



Şekil 4. Tütün atığı uygulamasının toprakların hacim ağırlığı değerleri üzerine etkileri

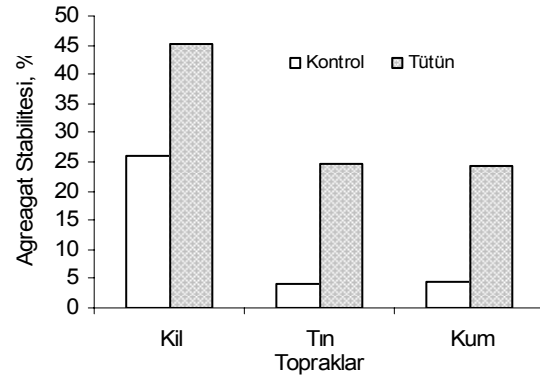
Bu araştırmada da OAÇ değerleri tütün atığı uygulaması ile tın ve kil bünyeli topraklarda artış, kum bünyeli toprakta ise azalmalar göstermiştir. En yüksek OAÇ değeri (0.981 mm) kil bünyeli toprakta kontrolde, en düşük OAÇ değeri (0.287 mm) ise kum bünyeli toprakta tütün atığı uygulamasında belirlenmiştir (Şekil 5). Ortalama ağırlıklı çap değeri agregat büyüklük dağılımının ifadesi için kullanılmakta olan bir parametre olup yapılan birçok çalışmada OAÇ değerinin toprak işleme uygulamalarına bağlı olarak önemli değişimler gösterdiği ifade edilmiştir (Van Bavel, 1949; Stone ve Buttery, 1989). Özbek ve ark. (1993), topraklardaki mineral bileşiklerin bir kısmının koloidal büyüklükteki organik maddelerle bir araya gelerek organo-mineral bileşik oluşturduğunu ve bu olayda özellikle ince kil fraksiyonunun rol aldığını belirtmişlerdir. Gülser (2005), OAÇ değerleri ile organik C değerleri arasında önemli pozitif ve hacim ağırlığı değerleri ile önemli negatif korelasyon katsayıları elde etmiştir.



Şekil 5. Tütün atığı uygulamasının toprakların ortalama ağırlıklı çap değerleri üzerine etkileri

Tütün atığı her üç toprakta da istatistiksel olarak agregat oluşumunu artırmıştır. En yüksek AS değeri (%46.73) kil bünyeli toprakta tütün atığı uygulamasında, en düşük AS değeri (%4.35) ise kum bünyeli toprakta kontrol uygulamasında belirlenmiştir (Şekil 6). Uygulanan tütün atığı AS değerlerini kil

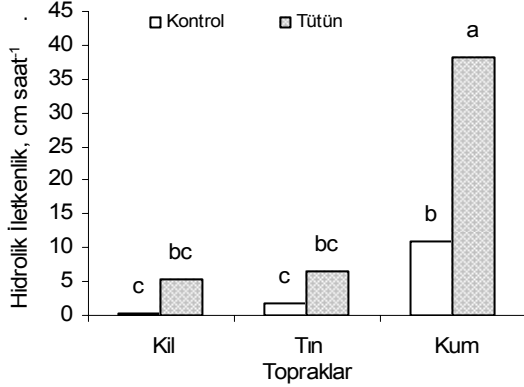
bünyeli toprakta %175, tın bünyeli toprakta %619 ve kum bünyeli toprakta ise %544 oranında artırmıştır. Topraklarda agregat oluşumu ve agregatların dayanıklı (stabil) olması uygun bitki yetiştiriciliği, hava ve su dengesi için gereklidir. Agregatların stabilitesi topraklarda iyi strüktürel ilişkilerin oluşması ve sürdürülmesi bakımından büyük öneme sahiptir. Organik maddenin agregasyondaki rolü, organik maddenin miktarından ziyade topraktaki ayrışma ve parçalanmadan ortaya çıkan polisakaritler, proteinler, yağlar, mumlar, reçine gibi maddeler sebebiyledir. Organik maddenin agregat oluşumundaki etkisi kil yüzdesi düşük olan topraklarda daha belirgindir (Hillel, 1982). Toprak organik maddesi ile agregat stabilitesi arasında yakın bir ilişki vardır, ancak agregat stabilitesi toplam organik maddeden çok ilave edilen tam ayrışmamış organik maddeyle daha fazla ilişkilidir (Shepherd ve ark., 2002).



Şekil 6. Tütün atığı uygulamasının toprakların agregat stabilitesi değerleri üzerine etkileri

Tütün atığı uygulamasıyla en yüksek Ks değeri (44.975 cm saat<sup>-1</sup>) kum bünyeli toprakta, en düşük Ks değeri (0.096 cm saat<sup>-1</sup>) ise kil bünyeli toprakta kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Organik atık uygulamalarıyla toprakların ortalama Ks değerlerinde artışlar Şekil 7'de verilmiştir. Hidrolik iletkenlik toprağın su iletim kabiliyetinin bir ölçüsüdür. Gülser ve ark. (2007) path analizi uygulayarak toprak özelliklerinin Ks değeri üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar toprakta strüktür ve toplam gözenekliliğin bir göstergesi olan fiziksel özelliklerden hacim ağırlığının Ks üzerine en fazla doğrudan ve dolaylı etkiyi gösterdiğini belirtmişlerdir. Toprak strüktüründeki makro gözenekliliğin artması veya mikro gözenekliliğin azalması hidrolik iletkenliğin artmasına neden olmaktadır (Ahuja ve ark., 1984). Aggelides ve Londra (2000), topraklara 75, 150 ve 300 m<sup>3</sup>/ha'lık kompost uygulamasıyla sature hidrolik iletkenliğin; tınlı toprakta %32.5, %53.0 ve %95.5'lik bir artış ve killi toprakta ise %55.3, %97.4 ve %168.4'lük bir artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada her ne kadar en yüksek Ks değeri kum bünyeli toprakta bulunmuş ise de, uygulanan tütün atığı Ks değerlerini atık uygulanan

topraklarda kontrole göre kil bünyelide %3295, tın bünyelide %356 ve kum bünyelide %346 oranında artırmıştır. Atık uygulaması sonucu OAC ve AS değerlerindeki artışlar özellikle kil bünyeli topraklarda toplam gözeneklilik içerisinde makro gözenekliliği, dolayısıyla Ks diğer topraklara göre daha fazla artırmıştır.



Şekil 7. Tütün atığının toprakların hidrolik iletkenlik değerleri üzerine etkileri (LSD: 8.18 %1'de)

#### 4. SONUÇ

Organik madde kaynağı olarak tütün atığı uygulaması farklı bünyedeki toprakların pH ve hacim ağırlığı değerlerinde önemli düzeyde azalmalara, elektriksel iletkenlik, organik karbon, agregat stabilitesi ve hidrolik iletkenlik değerlerinde önemli düzeyde artışlara neden olmuştur. Sadece ortalama ağırlıklı çap değerlerinde ki değişimler tütün atığı uygulaması ile istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Uygulanan organik atığın etkinlik derecesi toprağın içerdiği organik madde ve toprak bünyesi ile yakından ilişkilidir. Tütün atığı ilavesiyle toprakların OC ve EC değerlerindeki artışlar, özellikle kil bünyeli toprakta OAC, AS ve dolayısıyla doymun hidrolik iletkenlik değerlerinde artışlar sağlamıştır. Yapılan çalışmada tarımsal ve toprak muhafazası açısından önemli olan toprak özelliklerinin tütün atığı uygulaması ile önemli düzeyde iyileşme eğilimleri gösterdiği görülmüştür.

#### 5. KAYNAKLAR

Aggelides, S.M. and Londra, P.A., 2000. Effects of Compost Produced From Town Wastes and Sewage Sludge on the Physical Properties of a Loamy and a Clay Soil. *Bioresource Technology*, 71: 253-259.

Ahuja I.R., Namey J.W., Green R.E. and Nielsen D.R. (1984). Macroporosity to Characterize Spatial Variability of Hydraulic Conductivity and Effects of Land Management. *Soil Science Society of America Journal* ., 48 pp. 699-702.

Anikwe, M.A.N., 2000. Amelioration of a Heavy Clay Loam Soil with Rice Husk Dust and its Effect on Soil Physical Properties and Maize Yield. *Bioresource Tech.* 74: 169-173.

Bayraklı, F., 1987. Toprak ve Bitki Analizleri. OMÜ. Yayınları No.17.Samsun.

Boparai, B.S., Yadavinder, S. and Sharma, B.D., 1992. Effect of Green Manure on Physical Properties of Soil and Growth of Rice-wheat and maize-wheat Cropping System. *Agrophus*. 6: 95-101.

Boyle, M., Frankenberg, J. and Stolzy, L.H., 1989. The Influence of Organic matter on Soil Aggregation and Water Infiltration. *J. Prod. Agric.* 2: 290-299.

Brohi, A.R., Aydeniz, A., Karaman, M.R., 1997. Toprak Verimliliği Genişletilmiş II. Baskı. T.H.K Basımevi. Ankara.

Candemir, F., 2005. Organik Atıkların Toprak Kalite İndeksleri ve Nitrat Azotu Üzerine Etkileri, Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üni. Zir. Fak. Toprak Bölümü

Caravaca, F., Alguacil, M.M., Figueroa, D., Barea, J.M. and Roldan, A., 2003. Re-establishment of *Retama sphaerocarpa* as a Target Species for Reclamation of Soil Physical and Biological Properties in a Semi-arid Mediterranean Area. *Forest Ecology and Management* 182 (2003): 49-58.

Caravaca, F., Lax, A. and Albaladejo, J., 2001. Soil Aggregate Stability and Organic Matter in Clay and Fine Silt Fraction in Urban Refuse-Amended Semiarid Soils. *Soil Science Society of America Journal*, 65: 1235,1238.

Chenu, C., Le Bissonnais, Y. and D. Arrouays 2000. Organic Matter Influence on Clay Wettability and Soil Aggregate Stability. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64: 1479-1486.

Demiralay, İ. 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üni. Zir. Fak. Yayınları. No.143 Erzurum.

Durak, A. ve Brohi, A.R. 1986. Tütün Tozunun Organik Gübre Olarak Değerlendirilmesi. Türkiye Tütüncülüğü ve Geleceği Sempozyumu. 261-269. Tokat, Turkey.

Eigenberg, R.A., Doran, J.W., Nienaber, J.A., Ferguson, R.B. and Woodbury, B.L. 2002. Electrical Conductivity Monitoring of Soil Condition and Available N with Animal Manure and a Cover Crop. *Agri. Ecosys. And Envir.* 88: 183-193.

Glauser, R., Doner, H.E. and Paul, E.A., 1988. Soil Aggregate Stability as a Function of particle Size in Sludge-Treated Soils. *Soil Sci.*, 146 (1): 37-42.

Gupta, S.C., Dowdy, R.H. and Larson, W.E., 1977. Hydraulic and Thermal Properties of a Sandy Soil as Influenced by Incorporation of Sewage Sludge. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 41: 601-605.

Gülser, C., 2004. A Comparison of Some Physical and Chemical Soil Quality Indicators Influenced by Different Crop Species. *P. J. of Biological Sci.*, 7(6), 905-911.

Gülser, C. 2005. Effect of Forage Cropping Treatments on Soil Structure and Relationships with Dimensions. *Geoderma*, 131:33-44.

Gülser, C., Candemir, F., İç, S. ve Demir, Z., 2007. Pedotransfer Modellerle İnce Bünyeli Topraklarda Doymun Hidrolik İletkenliğin Tahmini. V. Ulusal Hidroloji Kongresi, Bildiriler Kitabı, 5-7 Eylül, ODTÜ Ankara, p. 563-569.

Haynes, R.J., Swift, R.S. and Stephen, R.C., 1991. Influence of Mixed Cropping Rotations Pasture-arable on Organic Matter Content water Stable Aggregation and Clod Porosity in a Group of Soils. *Soil & Tillage Research* 19: 77-87.

Hillel, D., 1982. Introduction to Soil Physics. Academic Press Limited, 14-28 Oval Road, London.

- Kacar, B., 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri:III. Toprak Analizleri. A.Ü. Ziraat Fak. Eğitim Araş. ve Geliştirme Vakfı Yay. No:3. Ankara
- Kemper, W.D. and Rosenau, R.C., 1986. Aggregate Stability and Size Distribution. Pages 425-442 in A. Klute, ed. Methods of Soil Analysis, 2<sup>nd</sup> ed. Part I. ASA, Madison, Wisconsin.
- Lal, R., 1979. Physical Properties and Moisture Retention Characteristics of some Nigerian Soils. *Geoderma* 21: 209-223.
- Loveland, P. and Webb, J., 2003. Is There a Critical Level of Organic Matter in the Agricultural Soils of Temperature Regions. A Review. *Soil&Tillage Res.* 70, 1-18.
- Marinari, S., Masciandar, G., Ceccanti, B. and Grego, S., 2000. Influence of Organic and Mineral Fertilizers on Soil Biological and Physical Properties. *Bioresource Tech.* 72: 9-17.
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M. ve Kaptan,H., 1993. Çukurova Üni. Ziraat Fak. Toprak Bilimi Kitabı, Yayın No: 73, Ders Kitapları yayın No:A-16, ss:77-119, Adana.
- Pikull, J.L. and Allmaras, R.R., 1986. Physical and Chemical Properties of a Haploxeroll After Fifty Years of Residue management. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 50 (1): 214-219.
- Richards, L.A., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. U.S.Dept. Agr. Handbook 60: 105-106.
- Sağlam, M.T., 1997. Toprak Kimyası. Trakya Üniv. Zir. Fak. Yay.190. Ders Kitabı No:21
- Shepherd, M.A., Harrison, R. and Webb, J., 2002. Managing Soil Organic Matter Implications for Soil Structure on Organic farms. *Soil Use and Management* 18: 284-292.
- Singh, J. and Kansal, B.D., 1985. Effects of Long-term Application of Municipal Waste Water on Some Chemical Properties of Soils. *J.of Res. Punjab Agr. Uni.*, 22: 235-242.
- Soil Survey Staff, 1993. Soil Survey Manuel. USDA Handbook No: Washington.
- Stone, J.a. and Buttery, B.R., 1989. Nine Forages and the Aggregation of Clay Loam Soil. *Can. J. Soil Sci.* 69: 165-169.
- Tirlok, S., Nagarajarao, Y. and Sadaphal, M.N., 1980. Effect of Legumes on Physical Properties of Soil in Mixed Cropping with Maize. *Indian J. Argon.* 25(4): 592-599.
- Van Bavel, C.H.M. 1949. Mean Weight-diameter of Soil Aggregates as a Statistical Index of Aggregation. *Soil Sci. Soc.Am. Proc.* 14: 20-23.
- Vigerust, E., 1984. Use of sewage Sludge on Green Area Utilization of Sewage Sludge on Land, Rates of Application and Long-Term Effects of Metals (Ed; Berlung, R.D. davis). Reidel Pub. Com.
- Wang, M.C. and Yang, C.H., 2003. Type of Fertilizer Applied to a Paddy-Upland Rotation Affects Selected Soil Quality Attributes. *Geoderma* 114: 93-108.
- Yurtsever, N., 1984. Deneysel İstatistik Metodlar. Tarım ve Köyışleri Bak. Köy Hizmetleri Gen. Müd. Toprak ve Düzenleyici Araş. Enst. Yayınları, Teknik Yayın No: 56: 169-181.



## SİLİNDİRİK MISIR DEPOLAMA YAPILARINDA TANE NEM KAPSAMINA BAĞLI PROJELEME YÜKLERİ

Turgut ÖZTÜRK Bilge ESEN Hakan KİBAR  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Samsun

Sorumlu yazar: turgutoz@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 15.02.2008

Kabul Tarihi: 30.05.2008

**ÖZET:** Bu çalışmada serbest akış sistemine sahip çelik konstrüksiyon 1000 ton depolama kapasiteli silindirik bir mısır depolama yapısındaki projelendirme yükleri tane nem kapsamındaki değişime bağlı olarak incelenmiştir. Çalışmada mısır çeşidi olarak Karadeniz Yıldızı, Cin, TTM-813, Akpınar ve Şeker mısır çeşitleri kullanılmıştır. Mısır tanelerinin önce birim hacim ağırlık, özgül ağırlık, içsel sürtünme açısı, basınç oranı, statik sürtünme katsayısı gibi fiziksel ve mekanik özellikleri saptanmış, daha sonra hazırlanan MS Visual Basic 6.0 yazılım programıyla depo yük analizleri yapılmıştır. Araştırma sonucunda tane nem kapsamındaki artışın (% 8-14), depo sistem projelendirme yüklerinde % 19.33 ile % 30.57 arasında değişen azalmaya neden olduğu, projelendirme yükündeki azalma oranlarının nem kapsamına ve çeşide bağlı olarak değiştiği saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Mısır, fiziksel özellikler, mekanik özellikler, projelendirme yükü, visual basic

### THE DESIGN LOADS DEPEND ON THE GRAIN MOISTURE CONTENT IN A CYLINDRICAL STORAGE STRUCTURE FOR CORN

**ABSTRACT:** In this study, design loads depend on the grain moisture content in a cylindrical storage structure for corn which has system of free flow; steel construction and 1000 ton storage capacity were investigated. In the research, the corn varieties of Karadeniz Yıldızı, Cin, TTM-813, Akpınar and Şeker were used. Firstly, the physical and mechanical properties such as bulk density, true density, angle of internal friction, ratio of pressure, static coefficient of friction of corn grains were determined. Load analysis was then calculated using software program of MS Visual Basic 6.0. The results of research show that increase of the grain moisture content caused decrease at design loads of storage system in the variation ratios from 19.33 % to 30.57 %. The decrease ratios of design load were occurred depend on moisture content and variety.

**Key Words:** Corn, physical properties, mechanical properties, design load, visual basic

## 1. GİRİŞ

Mısır sahip olduğu zengin besin maddeleri nedeniyle çok değerli ve kullanım çeşitliliği olan bir üründür. Mısır doğrudan gıda olarak insan beslenmesinde kullanıldığı gibi nişasta glikoz, yağ ve yem sanayinde de hammadde olarak kullanılmaktadır (Kırtok, 1998). Mısır dünya tahıl ekilişinde ve üretiminde buğday ve çeltikten sonra üçüncü sırayı almaktadır. Dünya mısır üretiminin yaklaşık % 45' ini tek başına Amerika Birleşik Devletleri karşılarken, mısır üretiminde söz sahibi olan diğer ülkeler Meksika, Arjantin, Brezilya, Çin ve Rusya'dır (Kurt, 2002). Türkiye'de mısır 545 bin ha ekim alanına ve 3 milyon ton üretim değerine sahiptir (Anonymous, 2007). Ülkemizde mısır tarımının en yaygın olduğu bölgeler başta Karadeniz olmak üzere, Marmara ve Ege bölgeleridir (Sencar ve ark., 1997).

Taneli ürünlerin biyolojik orijinli olması nedeniyle bu tür biyolojik malzemelerin tane deformasyonu ve mekanik özellikleri üzerinde ürün nem kapsamının etkisi büyüktür. Bu nedenle taneli ürünlerin temel fiziksel özelliklerinin nem kapsamı dikkate alınarak belirlenmesi bu konuda geliştirilecek olan kuramsal eşitliklerin uygulanabilirliği açısından önemlidir (Mohsenin, 1980).

Taneli ürünlerin nem kapsamına bağlı fiziksel ve mekanik özellikleri, depolama ekipmanlarının seçimi ve depolama yapılarının projelendirilmesinde

oldukça önemlidir. Ürünün bu özelliklerinin göz ardı edilerek depolama ekipmanlarının seçimi ve depoların projelendirilmesi olumsuz sonuçlara yol açmaktadır (Molenda ve ark. 2004; Kashaninejad ve ark., 2006).

Bütün taneli tarımsal ürünlerin serbest akış sisteminde depolanabilmesi için ürünün oluşturacağı depolama yüklerinin mühendislik uygulamalarda önceden tahmin edilmesi gerekir. Bu açıdan belirlenen akış tipine göre depoların projelendirilmesi yapılar (Anonymous, 1992).

Bu çalışmada Türkiye'de üretilen bazı önemli mısır çeşitlerinde (Karadeniz Yıldızı, Cin, TTM-813, Akpınar ve Şeker) tane nem kapsamına bağlı fiziksel ve mekanik parametrelerdeki değişimin (birim hacim ağırlık, özgül ağırlık, içsel sürtünme açısı, basınç oranı, statik sürtünme katsayısı) serbest akış sistemine sahip 1000 ton depolama kapasiteli silindirik model bir depo sistemindeki projelendirme yükleri MS Visual Basic 6.0 yazılım programıyla hazırlanmış bir bilgisayar programı kullanılmak suretiyle analiz edilmiştir.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Deneysel uygulamalar

Araştırma materyali olarak Türkiye'de yaygın üretimi yapılan dent corn (Karadeniz Yıldızı ve TTM-813), pop corn (Cin) ve sweet corn (Şeker) mısır çeşitleri kullanılmıştır (Şekil 1). Araştırma

materyalleri laboratuvar koşullarında oda sıcaklığında kurutulduktan sonra parçalanmış, çatlamış, bozulmuş ve şekil bozukluğu gözlenen taneler ayrılarak deneye hazır hale getirilmiştir. Deneylere hazırlanan mısır

çeşitlerinde öncelikle hasat nemi göz önüne alınarak depolama nem içerikleri (%8, 10, 12, 14) oluşturulmuştur.

Simgeler			
$Q$	ilave su miktarı (g),	$v_w$	örnek hacmi ( $m^3$ ),
$w_i$	kuru örnek ağırlığı (g),	$\sigma$	normal gerilme ( $kg.f.m^{-2}$ ),
$m_i$	örnek başlangıç nem içeriği (%),	$N$	örnek üzerine uygulanan yük (kg.f),
$m_f$	örnek son nem içeriği (%),	$A$	hücrel alan ( $cm^2$ ),
$\rho_h$	birim hacim ağırlık ( $kg.m^{-3}$ ),	$\tau$	kesme gerilmesi ( $kg.f.m^{-2}$ ),
$g_1$	birim ağırlık kabının boş ağırlığı (kg),	$T$	kesme kuvveti (kg.f),
$g_2$	birim ağırlık kabı+deney örneği ağırlığı (kg),	$c$	kohezyon katsayısı,
$v$	birim ağırlık kovasının iç hacmi ( $m^3$ ),	$\phi$	içsel sürtünme açısı (derece),
$\rho_o$	özgül ağırlık ( $kg.m^{-3}$ ),	$\mu_S$	statik sürtünme katsayısı,
$m_s$	sıvının-toluene- ağırlığı (kg),	$f_s$	sürtünme kuvveti (kg.f),
$m_w$	hava kurusu örnek ağırlığı (kg),	$w_n$	normal kuvvet (kg.f),
$v_s$	sıvının (toluene) hacmi ( $m^3$ ),	$R$	depo hidrolik yarıçapı (m),
$L$	yanal basınç ( $kg.f.m^{-2}$ ),	$k$	basınç oranı
$h$	yığın yüksekliği (m),		



Şeker



Akpınar



TTM-813



Karadeniz Yıldızı



Cin

Şekil 1. Araştırma materyali olarak kullanılan mısır çeşitleri

Mısır çeşitlerinde istenilen nem içeriklerinin oluşturulmasında laboratuvar koşullarındaki ürün denge nemi referans alınmıştır. Bu bağlamda denge nem düzeyinin altındaki durumlar için kurutma yapılırken, denge nem düzeyinin üzerindeki durumlar için Balasubramanian (2001) tarafından geliştirilen eşitlik 1 kullanılmak suretiyle ilave su miktarı belirlenmiş ve belirlenen bu su miktarı ürüne emdirilmiştir.

$$Q = \frac{w_i(m_f - m_i)}{100 - m_f} \quad (1)$$

Farklı nem düzeylerindeki mısır örneklerinin birim hacim ağırlığı tayininde Mohsenin (1980), Singh ve Goswami (1996) tarafından önerilen eşitlik 2 kullanılmıştır.

$$\rho_h = \frac{g_2 - g_1}{v} \quad (2)$$

Mısır örneklerinin özgül ağırlık tayininde sıvının seviye değiştirmesi yöntemi esas alınarak Aydın (2002) ve Abalone ve ark., (2004) tarafından önerilen eşitlik 3 kullanılmıştır. Yöntemde sıvı olarak mısır örneklerinin daha az absorbe etmesi ve yüzey sel geriliminin düşük olması nedeniyle toluene (C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>) kullanılmıştır.

$$\rho_{\ddot{o}} = \frac{m + m_w}{v + v_w} \quad (3)$$

Mısır çeşitlerinin içsel sürtünme açılarının belirlenmesinde Uzuner (1996), Zou ve Bruswitz (2001), Molenda ve ark., (2002) ile Mani ve ark., (2004)'deki esaslar göz önüne alınarak direkt kesme yöntemi uygulanmış ve bu bağlamda direkt kesme test cihazı (O.M.Ü. Müh. Fak. İnşaat Müh. Böl.) kullanılmıştır. Mısır örneklerinin içsel sürtünme açılarının hesaplanmasında eşitlik 4, 5, 6 kullanılmıştır.

$$\sigma = \frac{N}{A} \quad (4)$$

$$\tau = \frac{T}{A} \quad (5)$$

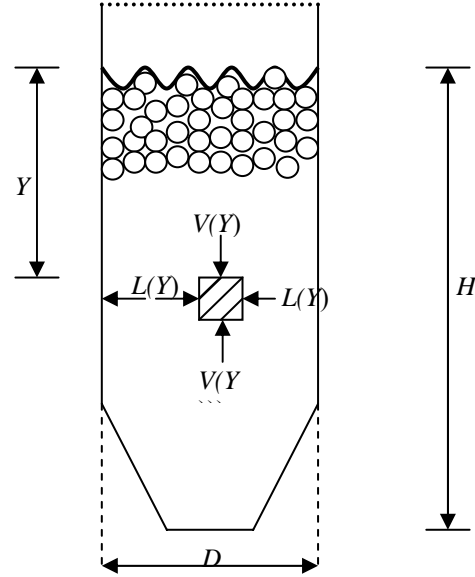
$$\tau = (c + \sigma \times \text{tg}\phi) \quad (6)$$

Deney örneklerinin statik sürtünme katsayıları Beyhan ve ark., (1994)' na göre eşitlik 7 kullanılmak suretiyle hesaplanmıştır.

$$\mu_s = \frac{f_s}{w_n} \quad (7)$$

## 2.2. Kuramsal uygulamalar

Çalışma kapsamında kuramsal olarak oluşturulan silindirik depo için ürün depolama yüksekliği 12.0 m ve depo çapı 12.0 m olarak alınmıştır. Bu bağlamda serbest akış sistemine sahip çelik konstrüksiyon 1000 ton depolama kapasiteli silindirik model silonun kesit geometrisine ilişkin özellikler Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Model depo kesit geometrisi

Şekilde;

$H$  : Ürün yüksekliği, m

$D$  : Depo çapı, m

$Y$  : Eşdeğer yığın derinliği, m

$L(Y)$  : Herhangi bir  $Y$  derinliğinde ürün yanall basıncı, kg.f.m<sup>-2</sup>

$V(Y)$  : Herhangi bir  $Y$  derinliğinde ürün düşey basıncı, kg.f.m<sup>-2</sup> ifade etmektedir.

Mısır çeşitlerinde tane nem kapsamındaki değişimle, fiziko-mekanik tasarım parametrelerine bağlı projeleme yüklerinin belirlenmesinde Anonymous (1983) ve Anonymous (1992) esas alınmıştır. Bu bağlamda eşitlik 8' de verilen klasik Jansenn eşitliğini esas alan bir MS Visual Basic 6.0 yazılım programı kullanılmak suretiyle yük analizleri yapılmıştır.

$$L = \frac{\rho_h \times R}{4 \mu_s} x \left( h + \frac{e^{-4 \times k \times \mu \times h / R}}{4 \times k \times \mu / R} - \frac{R}{4 \times k \times \mu} \right) \quad (8)$$

Programda öncelikle ürün kitlesine bağlı olarak yanall ve düşey basıncı hesaplayan bir pencere açılmaktadır (Şekil 3). Bu sayfada kullanıcıya hidrolik yarıçap, ürün birim hacim ağırlığı, depo üst düzeyinden olan derinlik, içsel sürtünme açısı, ürün yığın yüksekliği ve statik sürtünme katsayısı ile ilgili bilgiler sorulmaktadır. Tüm bu bilgiler girildikten sonra hesapla komutu ile program silindirik mısır depolama yapısında meydana gelen yanall ve düşey basıncı hesaplamaktadır (Şekil 4).

Hidrolik Yarıçap	2.5	m
Ürün birim hacim ağırlığı	680	kg / m <sup>3</sup>
Depo üst düzeyinden olan derinlik	3	m
İçsel sürtünme açısı	34	derece
Ürün yığın yüksekliği	12	m
Ürün kitlesi ile depo duvarı arasındaki statik sürtünme katsayısı	0.320	
Temizle		Hesapla

Şekil 3. Program giriş verileri

Depo üst düzeyinin altında Y derinliğinde oluşan yanıl duvar basıncı	546,499	kg / m <sup>2</sup>
Yanal proje basıncı	8377,16	kg / m <sup>2</sup>
Depo üst düzeyinin altında Y derinliğinde oluşan düşey basıncı	2680,691	kg / m <sup>2</sup>
Kapat		

Şekil 4. Mısır deposunda oluşan yanıl ve düşey basınçlar

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1. Deneysel uygulamalara ilişkin bulgular

Farklı nem içeriklerindeki Karadeniz Yıldızı, Cin, TTM-813, Akpınar ve Şeker mısır çeşitlerinde saptanan birim hacim ağırlık sonuçları çizelge 1’de verilmiştir. Çizelge 1’den de görülebileceği gibi mısır örneklerinin birim hacim ağırlıkları nem içeriğine bağlı olarak 608.46-856.46 kg.m<sup>-3</sup> arasında değişim göstermiştir.

Mısır örneklerinde çeşide bağlı özgül ağırlık değerleri Çizelge 2’de verilmiştir. Çeşitlerin özgül ağırlıkları 950.88-1110.89 kg.m<sup>-3</sup> arasında değişmekte olup, tane nem kapsamındaki artışa bağlı olarak özgül ağırlıklar; Karadeniz Yıldızı, Cin ve Akpınar çeşitlerinde azalırken, TTM-813 ve Şeker mısır çeşitlerinde artış göstermiştir. Mısır çeşitlerinde özgül ağırlıkların artma ve azalma eğilimlerinin çeşitlerin fiziksel yapısından kaynaklandığı söylenebilir. Bu bağlamda Kırtok (1998)’ün da belirttiği gibi özellikle nişasta tipi (sert veya yumuşak) ve nişasta tipinin çeşitteki mevcut oransal değerleri etkili

olabilmektedir. Bu açıdan bünyesinde sert nişasta oranı yüksek olan TTM-813 ve Şeker mısır çeşitlerinde özgül ağırlık değerleri nem kapsamına bağlı olarak artış göstermiştir. Karababa (2006) ile Kashaninejad ve ark., (2006)’nın yapmış oldukları çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Mısır örneklerine ilişkin içsel sürtünme açıları Çizelge 3’te verilmiştir. Çizelge 3’ten de görülebileceği gibi en yüksek ve en düşük içsel sürtünme açısı değerleri Şeker mısır çeşidinde 25.2<sup>0</sup> ve 34.2<sup>0</sup> olarak %8-14 nem içeriklerinde saptanmıştır.

Mısır çeşitlerinde tane nem kapsamındaki değişime bağlı statik sürtünme katsayıları Çizelge 4’te verilmiştir. Çizelge 4’ün incelenmesiyle de görülebileceği gibi tane nem içeriğinin artışı ile sürtünme yüzeyine bağlı statik sürtünme katsayıları tüm çeşitlerde doğrusal bir artış göstermiştir.

#### 3.2. Kuramsal uygulamalara ilişkin bulgular

Diğer taneli ürün depolama yapılarında olduğu gibi araştırmaya esas olan mısır depolama yapılarında

da proje basıncı olarak yanal basınç esas alınmıştır (Anonymus, 1992). Bu bağlamda depo kesit geometrisi sabit kalmak koşuluyla, mısır çeşitleri için tane nem kapsamındaki değişimle ürün fiziko-mekanik tasarım parametrelerine bağlı olarak hesaplanan yanal basınç değerleri Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5' ten de görülebileceği gibi mısır örneklerinde tane nem kapsamı arttıkça silo yanal basıncı azalmaktadır. Bu durumun temel nedeni Ayuga ve ark., (2005)'nin da belirttiği gibi ürün kitlesi ile silo duvarı arasında oluşan statik sürtünme katsayısıdır. Depolanan tarımsal taneli ürün kitlesi ve silo malzemesine bağlı olarak değişimle birlikte statik sürtünme katsayısındaki artış silo yanal basıncında azalmaya neden olmaktadır. Mısır tane nem kapsamındaki artışa bağlı silo yanal basıncındaki azalma oranları Karadeniz Yıldızı çeşidinde %19.33, Cin ve TTM-813 çeşidinde %28.78, Akpınar çeşidinde %28.34 ve Şeker çeşidinde % 30.57 olarak

gerçekleşmiştir. Yanal basınçtaki azalma üzerinde mısır çeşitlerinin sahip oldukları belirli özelliklerde etkili olmaktadır. Bu bağlamda dikkate alınacak faktörler ürünün tane boyut özellikleri ile fiziksel yapısında bulunan nişasta tipi ve nişasta tipinin oransal değeridir. Çalışma da materyal olarak kullanılan mısır çeşitlerinden Şeker çeşidinde sert nişasta oranının fazla olması nedeniyle (Kırtok, 1998) tane nem kapsamındaki artışa bağlı en düşük yanal basınç değeri bu çeşitte saptanmıştır.

Yüksek depo karakteristik özelliklerine sahip çelik konstrüksiyon silindirik depolarda mısırın oluşturduğu yanal basınç değeri arttıkça bu basıncı karşılayacak olan malzeme kalınlığı da artış göstermekte, bu durum silo yapım maliyetine yansımaktadır. Mısırın yüksek depo karakteristik özelliklerine sahip çelik konstrüksiyon silindirik depolarda muhafazasında, çeşide bağlı tane nem kapsamı silo yanal basıncını etkileyen önemli bir parametredir.

Çizelge 1. Birim hacim ağırlıklar

Nem İçeriği (%)	Birim Hacim Ağırlık (kg.m <sup>-3</sup> )				
	Karadeniz Yıldızı	Cin	TTM-813	Akpınar	Şeker
8	799.90	856.46	734.59	768.20	641.47
10	797.50	843.57	715.70	754.35	631.54
12	794.20	832.49	713.76	744.57	619.33
14	792.86	826.15	699.86	731.67	608.46

Çizelge 2. Özgül ağırlıklar

Nem İçeriği (%)	Özgül ağırlık (kg.m <sup>-3</sup> )				
	Karadeniz Yıldızı	Cin	TTM-813	Akpınar	Şeker
8	963.18	1110.89	986.94	1005.62	956.25
10	958.90	1076.91	1004.20	997.08	965.40
12	955.94	1060.14	1044.96	981.32	972.77
14	950.88	1049.66	1055.07	970.07	980.03

Çizelge 3. İçsel sürtünme açıları

Nem İçeriği (%)	İçsel Sürtünme Açısı (derece)				
	Karadeniz Yıldızı	Cin	TTM-813	Akpınar	Şeker
8	27.2	27.2	26.8	27.0	25.2
10	28.8	29.0	27.7	27.7	30.3
12	30.7	30.3	30.5	29.7	32.3
14	32.3	33.2	32.8	32.2	34.2

Çizelge 4. Mısır çeşitlerinde statik sürtünme katsayıları\*

Nem İçeriği (%)	Statik Sürtünme Katsayısı				
	Karadeniz Yıldızı	Cin	TTM-813	Akpınar	Şeker
8	0.532	0.339	0.478	0.461	0.457
10	0.585	0.357	0.547	0.583	0.527
12	0.631	0.454	0.643	0.620	0.573
14	0.654	0.488	0.660	0.644	0.603

\* Sürtünme yüzeyi galvanizli çelik

Çizelge 5. Mısır çeşitlerinde tane nem kapsamındaki değişime bağlı yanal basınçlar

Mısır çeşitleri	Nem İçeriği (%)	$\rho_n$ ( $\text{kg.m}^{-3}$ )	$\phi$ (Derece)	$\mu$	L ( $\text{kg.f.m}^{-2}$ )
Karadeniz yıldızı	8	799.90	27.2	0.532	9444
	10	797.50	28.8	0.585	8663
	12	794.20	30.7	0.631	7996
	14	792.86	32.3	0.654	7618
Cin	8	856.46	27.2	0.339	12977
	10	843.57	29.0	0.357	12014
	12	832.49	30.3	0.454	10235
	14	826.15	33.2	0.488	9242
TTM- 813	8	734.59	26.8	0.478	9317
	10	715.70	27.7	0.547	8243
	12	713.76	30.5	0.643	7121
	14	699.86	32.8	0.660	6635
Akpınar	8	768.20	27.0	0.461	9922
	10	754.35	27.7	0.583	8341
	12	744.57	29.7	0.620	7692
	14	731.67	32.2	0.644	7110
Şeker	8	641.47	25.2	0.457	8568
	10	631.54	30.3	0.527	7143
	12	619.33	32.3	0.573	6448
	14	608.46	34.2	0.603	5948

#### 4. SONUÇLAR

Çalışma kapsamında aşağıdaki bulgular elde edilmiştir;

1. Mısır tanelerinin depolama sırasında oluşturacağı yanal basınç tane nemi arttıkça çeşide bağlı olarak azalma göstermektedir.
2. Mısır tane nem kapsamındaki artışa bağlı silo yanal basıncındaki azalma oranları Karadeniz Yıldızı çeşidinde %19.33, Cin ve TTM-813 çeşidinde %28.78, Akpınar çeşidinde %28.34 ve Şeker çeşidinde % 30.57 olarak gerçekleşmiştir.
3. Tane nem kapsamına bağlı depo yanal basıncındaki azalım üzerinde mısır çeşitlerinin sahip oldukları belirli özelliklerde etkili olmaktadır. Bu bağlamda dikkate alınacak faktörler ürünün tane boyut özellikleri ile fiziksel yapısında bulunan nişasta tipidir.
4. Mısırın yüksek depo karakteristik özelliklerine sahip çelik konstrüksiyon silindirik depolarda muhafazasında, çeşide bağlı tane nem kapsamı silo yanal basıncını etkileyen önemli bir parametredir.

#### 5. KAYNAKLAR

- Abalone, R., Cassinera, A., Gaston, A., Lara, M. A., 2004. Some Physical Properties of Amaranth Seeds. *Biosystems Engineering*, 89(1): 109-117.
- Anonymous, 1983. Structures and Environment Handbook Chapter 101.1: Loads, 11th Edition, MPWS. USA.
- Anonymous, 1992. Design and Management of Storages for Bulk, Foll-Crop. ASAE Engineering Practice: ASAE EP 475.
- Anonymous, 2007. Türkiye Mısır Üretimi. <http://www.die.gov.tr> [Ulaşım: 5 Haziran 2007].
- Aydın, C., 2002. Physical Properties of Hazelnuts. *Biosystems Engineering*, 82(3): 297-303.
- Ayuga, F., Aguado, P., Gallelo, E., Ramirez, A., 2005. New Steps Towards The Knowledge of Silos Behavior. *International Agrophysics*, 19: 7-17.

- Balasubramanian, D., 2001. Physical Properties of Raw Cashew Nut. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 78(3): 291-297.
- Beyhan, M. A., Nalbant, M., Tekgüler, A., 1994. Tane ve Zurumlu Fındıkların Sürtünme Katsayılarının Değişik Yüzeyler İçin Belirlenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 15. Ulusal Kongresi, 20-22 Eylül 1994, Antalya.
- Karababa, E., 2006. Physical Properties of Popcorn Kernels. *Journal of Food Engineering*, 72(1), 100-107.
- Kashaninejad, M., Mortazavi, A., Safekordi, A., Tabil, L.G., 2006. Some Physical Properties of Pistachio (*Pistacia Vera L.*) Nut and Its Kernel. *Journal of Food Engineering*, 72: 30-38.
- Kırtok, 1998., Mısır Üretimi ve Kullanımı. Kocaelik Basım ve Yayınevi, İstanbul.
- Kurt, O., 2002. Tarla Bitkileri Yetiştirme Tekniği. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 44, Samsun.
- Mani, S., Tabil, L. G., Sokhansanj, S., 2004. Mechanical Properties of Corn Stover Grind. *Transactions of The ASAE*, 47(6): 1983-1990.
- Molenda, M., Montross, M. D., Horabik, J., Ross, I. J., 2002. Mechanical Properties of Corn and Soybean Meal. *Transactions of the ASAE*, 45(6): 1929-1936.
- Molenda, M., Horabik, J., Thompson, S. A., Ross, I. J., 2004. Effects of Grain Properties on Loads in Model Silo. *International Agrophysics*, 18, P. 329-332.
- Mohsenin, N.N., 1980. Structure, Physical Characteristics and Mechanical Properties of Plant and Animal Materials. Gordon and Breach Science Publishers, New York.
- Sencar, Ö., Gökmen, S., Yıldırım, A., Kandemir, N., 1997. Tarla Bitkileri Üretimi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 3, Tokat.
- Singh, K. K., Goswami, T. K., 1996. Physical Properties of Cumin Seed. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 64(2): 93-98.
- Uzuner, B. A., 1996. Temel Zemin Mekaniği. Teknik Yayınevi, Ankara.
- Zou, Y., Brusewitz, G. H., 2001. Angle of Internal Friction and Cohesion of Consolidated Ground Marigold Petals. *Transactions of the ASAE*, 44(5): 1255-1259.

## ALTERNATİF YAĞ BİTKİSİ: KETENCİK [*Camelina sativa* (L.) Crantz]

Orhan KURT      Fatih SEYİS  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 55139 Kurupelit, SAMSUN

Sorumlu yazar: orhank@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 18.01.2008

Kabul Tarihi: 14.03.2008

**ÖZET:** Ketencik Brassicaceae familyasında yer alan, eski bir kültür bitkisi olup, Türkiye’de marjinal alanlarını değerlendirebilecek alternatif bir yağ bitkisidir. Ketenciğin yağ elde etmek amacıyla tarih öncesinden beri kültürü yapılmıştır. Fakat ketencik üretimi zamanla yavaş yavaş azalmış ve günümüzde geniş alanlarda yetiştirilmemektedir. Bununla birlikte, düşük çevre isteği ve ürünlerinin yaygın olarak kullanılabilirliği sayesinde bitki büyük ilgi görmüştür. Ketencik yağının özel kompozisyonu çok cazip gözükmemektedir. Ketencik yağının doymamış yağ asitleri oranı soya, ayçiçeği ve kolza yağı gibi yaygın olarak kullanılan bitkisel yağların doymamış yağ asitlerinin oranından fazladır. Ayrıca, ketencik yağı tıpkı keten yağı (% 50-55  $\alpha$ -linolenik asit ihtiva eden) gibi yüksek oranda çoklu doymamış yağ asitlerine sahiptir. Özel yağ asitleri kompozisyonundan dolayı ketencik, yakın zamanda, yaygın olarak bilinen ve önemli bir bitkisel yağ kaynağı haline gelecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Yağ Bitkisi, Ketencik, *Camelina sativa*

### AN ALTERNATIVE OILSEED CROP: CAMELINA [*Camelina sativa* (L.) Crantz]

**ABSTRACT:** Camelina is an ancient cultivated crop of the Brassicaceae family and an alternative oilseed crop for using marginal areas in Turkey. Camelina was extensively cultivated for oil production since prehistoric times, but camelina production gradually declined and it is currently not grown on a large scale. However, due to its markedly low environmental impact and to the universal applicability of the products, the crop deserves high attention. Camelina oil appears very attractive due to its special fatty acid composition. The ratio of unsaturated fatty acids is in higher amounts to compare with most common vegetable oils such as soybean oil, sunflower oil and rapeseed oil. Camelina oil is also qualitatively different from the less common vegetable oils with a high content of polyunsaturated fatty acids such as linseed with a content of 50-55%  $\alpha$ -linolenic acid. Because of its special fatty acid composition camelina may become more commonly known and an important food oil source in the near future.

**Key Words:** Oilseed Crop, Camelina, *Camelina sativa*

### 1. GİRİŞ

Ketencik [*Camelina sativa* (L.) Crantz], *Brassicaceae* familyası içinde yer alan ve yaygın olarak bilinen 6 *Camelina* türünden (*C. sativa*, *C. laxa*, *C. rumelica*, *C. microcarpa*, *C. hispida* ve *C. anomala*) birisidir (Davis, 1965). *C. sativa* (L.) Crantz, *Camelina* cinsi içinde ekonomik önemi olan tek tür olup ketencik, yalancı keten, Alman susamı, Sibirya yağlı tohumu gibi değişik isimlerle de isimlendirilmektedir.

Ketencik, Kuzey Avrupa ve Orta Asya'nın doğal bitkisi olup, arkeolojik kazılardan elde edilen birçok kalıntı, bu bitkinin en az 3000 yıldır Avrupa'da yetiştirildiğini ortaya koymuştur. Nitekim İsviçre’de (M.Ö. 2000), Yunanistan’da (M.Ö. 3000) ve Romanya’da (M.Ö. 2200) ketencik tohumu fosilleri bulunmuştur. Ketencik, Bronz ve Demir çağlarında Kuzey Roma’da yetiştirilen önemli bir bitkidir. Bronz ve Demir çağına ait kalıntılardan İskandinav ülkeleri ile Batı Avrupa ülkelerinde insan beslenmesinde ketenciğin kullanıldığı tespit edilmiştir (Zubr, 1997).

Ketencik, önemli bir yağ bitkisi olarak 1930’lu yıllara kadar Fransa, Belçika, Hollanda, Balkanlar ve Sovyet Rusya’sında, 1950’li yıllara kadar Polonya ve İsveç’te ve 1960’lı yıllara kadar Sovyetler Birliğinde ekonomik olarak yetiştirilmiştir (Zubr, 1997). Daha sonraki yıllarda ketencik bitkileri ile ilgili tarımsal araştırmalar hem Avrupa (Zimmermann ve Kuechler, 1961; Marquard ve Kuhlmann, 1986) hem de Kuzey

Amerika da (Plessers ve ark., 1962; Robinson, 1987) yürütülmüştür. Bu çalışmaların sonucunda ketencik bitkisinin sürdürülebilir tarım sistemleri için uygun bir bitki olduğunu rapor edilmiştir (Putnam ve ark., 1993). Ketencik ile ilgili ıslah araştırmaları ise 1980’li yıllarda Almanya’da başlatılmış olup, genetik materyal toplanıp, karakterizasyonu yapıldıktan (Seehuber, 1984) sonra tarımsal özellikleri bakımından geliştirilmiş hatlar ıslah edilmiştir (Seehuber ve ark., 1987; Seehuber ve Dambroth, 1987).

Yakın yıllarda Omega-3 yağ asitlerinin bitkisel kaynaklardan temin edilmesi fikrinin ön plana çıkmasıyla ketenciğin önemi yeniden artmıştır. Ketencik tohumlarından elde edilen yağ, yüksek oranda (%35)  $\alpha$ -linolenik asit (18:3n-3, Omega-3) ihtiva etmektedir. İnsan besinleri üzerindeki araştırmalar; özellikle sanayileşmiş ülkelerdeki insanların besinlerindeki n-6 ve n-3 yağ asitleri arasındaki ilişkilerin dengesiz olduğunu ortaya koymuştur. Nitekim bazı hastalıkların sanayileşmiş ülkelere, sanayileşmesini henüz tamamlamamış ülkelere göre daha yüksek oranda gözlenmesinin sebebi araştırıldığında hastalardaki bu dengenin (n-6/n-3) tersine değiştiği tespit edilmiştir (Zubr, 1997).

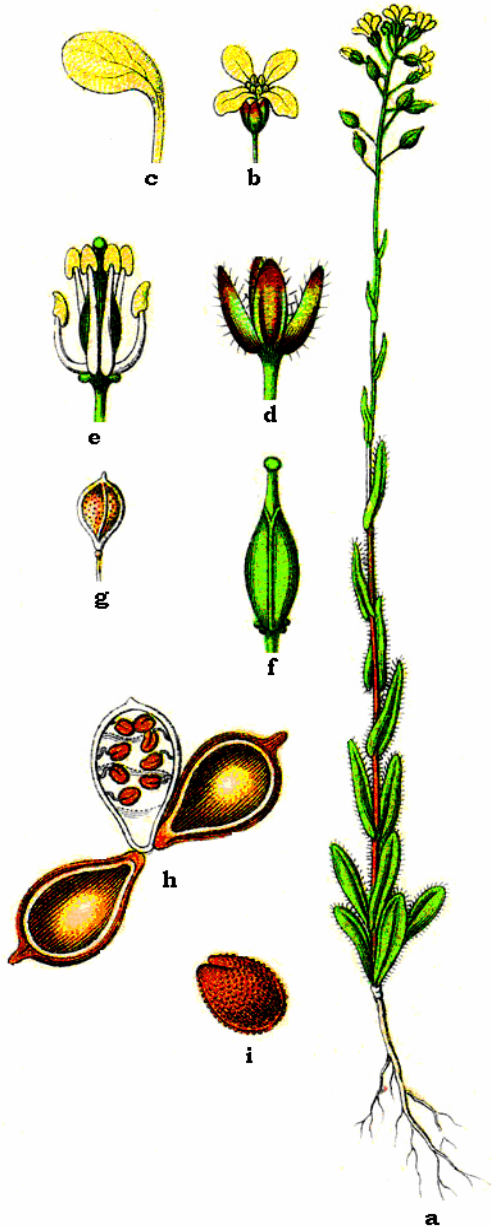
### 2. KETENCİĞİN BİTKİSEL ÖZELLİKLERİ

Kültürü yapılan ketencik çeşitleri bir yıllık olup yabancı formlar genel olarak çok yıllıktır. Bitki boyu



genel olarak 25-100 cm arasında değişir. Bitki habitusu tek gövde şeklinde büyür (Şekil 1a; 1c). Gövde yuvarlak olup, üzeri tüylü ve genellikle aşağıdan dallanır. Yapraklar mızrak biçiminde, 5-8 cm uzunluğunda ve kenarları düzdür. Çiçek; 4 adet yeşil renkte çanak yaprak, 4 adet sarı ya da sarımsı beyaz renkte taç yaprak, 6 adet erkek organ ve bir adet dişi organdan oluşur. Ketencik bitkisi kendine döllenen bir bitkidir. Meyve, kapsül biçiminde olup, 0.7-2.5 mm çapında, portakal renginden kahverengine kadar değişen renktedir (Robinson, 1987; Zubr, 1997).

Kapsül 8-16 tohum ihtiva eder. Tohumun uzunluğu genişliğine göre daha fazla olup, şekil olarak buğday tohumunu andıran bir görünümü vardır. Kültürü yapılan çeşitlerin tohum rengi koyu sarıdan açık kahverengine kadar değişir ve parlaktır (Şekil 1b). Tohumun 1000 tane ağırlığı 0.8-1.8 gram arasında değişir.



Şekil 1.a) Ketencik bitkisi ve kısımları. a) bitki, b) çiçek, c) taç yaprak, d) çanak yaprak, e) eşey organları, f) dişi organ, g) kapsül, h) kapsülün kısımları, i) tohum



Şekil 1.b. Ketencik tohumunun genel görünüşü



Şekil 1.c. Ketencik bitkisinin genel görünüşü



### 3. KETENCİĞİN YAĞ ASİTİ KOMPOZİSYONU

Yazlık çeşitlerin tohumları %42, kışık çeşitlerin tohumları ise %45 oranında yağ ihtiva eder (Zubr, 1997). Ketencik yağındaki yağ asitlerinin %90'ından fazlasını doymamış yağ asitleri oluşturmaktadır. Doymamış yağ asitlerinin önemli bir kısmını ise (yaklaşık %58) çoklu doymamış yağ asitleri oluşturmakta olup, %35-45'ini linolenik asit (C18:3n-3; Omega-3 yağ asidi) ve %15-20'ini linoleik asit (C18:2n-6; Omega-6 yağ asidi) oluşturmaktadır. Tekli doymamış yağ asitlerinin oranı yaklaşık %36 olup bu yağ asitleri öncelikle oleik asit (C18:1n-9) ve eicosenoik asit (C20:1n-9)'ten oluşmaktadır. Doymuş yağ asitlerinin oranı ise % 6 civarındadır (Umarov ve ark., 1972; Seehuber ve Dambroth 1983; Angelini ve ark., 1997).

Ketencik yağı düşük doymuş yağ asidi oranı ile yüksek kalitede yemeklik yağ sınıfına girmekle beraber raf ömrünü kısaltan, yanmaya karşı hassasiyeti artıran yüksek oranda çoklu doymamış yağ asitlerini ihtiva etmektedir. Iodine sayısı (144) itibariyle de kuruyan yağ sınıfına girmektedir (Robinson, 1987).

Ketencik yağı, yerfıstığı ve kolzadan daha az, keten, soya fasulyesi, ayçiçeği ve pamuktan daha fazla tekli doymamış yağ asidi ihtiva etmektedir. Diğer taraftan ketencik yağı ketenden daha az, pamuk, yerfıstığı ve kolzadan daha fazla, soya fasulyesi ve ayçiçeğine yakın oranda çoklu doymamış yağ asidi ihtiva etmektedir (Şekil 2). Ketencik yağının doymuş ve doymamış yağ asitleri kompozisyonu ayçiçeğine benzer, fakat ayçiçeğinden önemli derecede daha yüksek oranda Omega-3 ihtiva eder.

Ketencik türlere bağlı olarak değişmekle birlikte yağda yüksek eicosenoik asit oranına sahiptir. Fakat bunun potansiyel değeri veya dezavantajı, şimdilik kesin olarak ortaya konmamıştır. Ketencik çeşitlerinin çoğu %2-4 erusik asit (C22:1n-9) içermekte olup, bu oran kolzada kaliteli yemeklik yağ için kabul edilen maksimum %2 sınırından daha yüksektir. Bununla birlikte %0 erusik asit ihtiva eden ketencik çeşitleri de

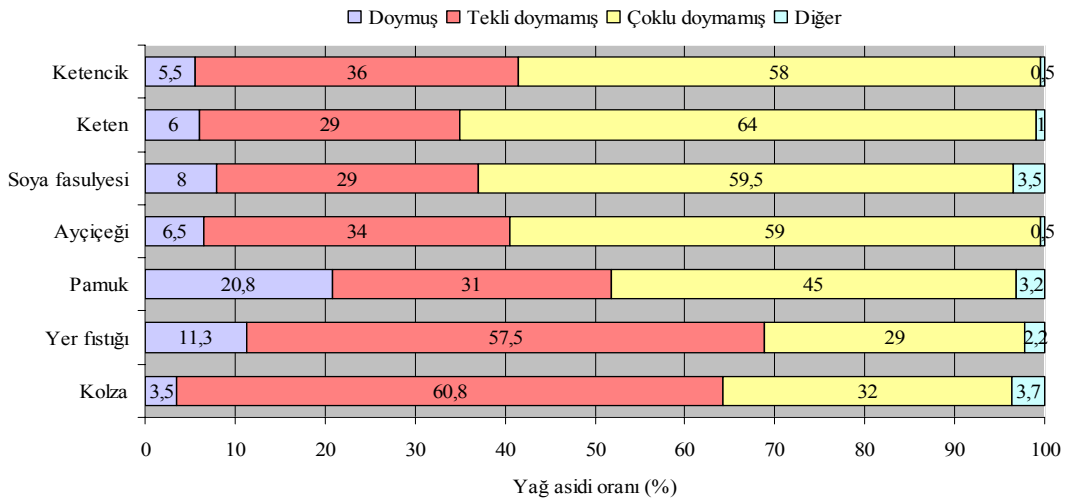
son yıllarda geliştirilmiştir.

### 4. KETENCİĞİN TARIMI

Ketencik bitkisi yazlık ve kışık olarak yetiştirilmektedir. Ketencik nispeten kurağa dayanıklı olup, ağır killi ve organik toprak hariç farklı iklim ve toprak yapısına sahip çok değişik alanlarda yetiştirebilmektedir. Yazlık çeşitlerin yetiştirme süresi yaklaşık 120 gün civarında olup, çimlenmeden itibaren yaklaşık 60 günde çiçeklenme periyoduna ulaşır. Ketencik, Samsun ekolojik koşullarında kışık olarak Kasım ayı içinde ekilir ve Haziran ayı sonunda hasat edilir. Ketencik tohumunun küçük olması nedeniyle ekim için toprak hazırlığının iyi yapılması oldukça önemlidir. Ekim öncesinde ikileme ile çimlenen yabancı otların toprağa katılması, yabancı ot rekabeti açısından oldukça önemlidir. Toprağın yabancı otlarla aşırı derecede kaplı olması durumunda, çıkış öncesi Trifluralin (150 g/da) aktif maddesine sahip yabancı ot ilaçları ile toprağın ilaçlanması, yabancı otlarla rekabet etmek için yeterlidir.

Ekim sıraya olmak üzere sıra aralığı 10-15 cm ve sıra üzere 1-2 cm olacak biçimde ve 1000 tane ağırlığına bağlı olarak dekara 0.5-0.7 kg tohum atılır. Bitkinin gübre ihtiyacı topraktaki alınabilir besin elementlerinin durumuna bağlı olarak orta ve düşüktür. Optimum saf azot ihtiyacı dekara 10 kg olup, en uygun uygulama zamanı kışık ekimlerde erken sonbaharda, yazlık çeşitlerde ise bitkinin 4-6 yapraklı olduğu dönemdir. Ekim öncesi dekara 3 kg fosfor ve 5 kg potasyumun uygulanması yeterlidir.

Ketencik makineli hasada uygun bir bitkidir. Yeni geliştirilen çeşitler, tohum dökmeye mukavimdir. Hasat zamanı tohumun ihtiva ettiği rutubet oranı % 11 civarında, depolama açısından da %8'den az olması gerekir. Çeşide, ekolojik koşullara ve yetiştirme tekniği paketinin uygulanmasına bağlı olarak değişmekle birlikte dekara verim yazlık ekimlerde 260 kg, kışık ekimlerde 330 kg civarındadır (Zubr, 1997).



Şekil 2. Doymuş ve doymamış yağ asitleri kompozisyonu bakımından ketencik ve diğer bazı yağ bitkilerinin mukayesesi (Lühs ve Friedt, 1994; Schuster, 1992; Aufhammer, 1998)

Ketencik bitkisinin tarımsal özellikleri çeşitli araştırmacılar tarafından araştırılmıştır (Marquard ve Kuhlmann, 1986; Crowley, 1998; Agegehu ve Honermeier, 1997; Robinson, 1987). Bu araştırmalarda; ketencik bitkisinin maksimum tohum veriminin dekara 228 kg ile dekara 12 kg N uygulamasından ve metre karede 400 tohum ekildiğinde elde edildiği, daha sık ekimlerde bitki başına dal sayısı, bitki başına kapsül sayısı ve bitki başına tohum ağırlığının azaldığı belirlenmiştir. Ayrıca yağ oranının %37-43 arasında değiştiği, yağ asitleri kompozisyonu içinde doymuş yağ asitlerinin oranı yaklaşık %8 civarında olduğu, linolenik asit oranının %35 ile çoklu doymamış yağ asitlerinin en fazla kısmını oluşturduğu belirlenmiştir.

Ketencik genetik yapısının geliştirilmesi ve ıslah çalışmaları 1980'lı yıllarda başlamıştır. Daha üstün özelliklere sahip çeşitlerin geliştirilmesi için temel çalışmalar yapılmış olup, son yıllarda yapılan çalışmada yeni ketencik çeşitlerinin geliştirildiği rapor edilmiştir. Geliştirilen çeşitlerde 1000-tane ağırlığı önemli derecede artırılmıştır (Vollmann ve ark., 1996).

Ketencik genetik materyali morfolojik ve genetik olarak, geniş oranda, henüz karakterize edilmemiştir. Bununla birlikte bu alanda bazı çalışmalar son yıllarda yapılmıştır. Nitekim Vollmann ve ark. (2005) 140 farklı orijinli ketencik genotipini yağ asidi kompozisyonları bakımından seçmişlerdir. Ayrıca 41 adet genotipten oluşan bir çekirdek koleksiyonunu moleküler markerler (RAPD) ile genetik olarak karakterize etmişlerdir. Diğer taraftan Gehringer ve ark. (2006) Lindo ve Licella adlı iki Alman ketencik çeşidini melezleyerek oluşturdukları toplam 187 rekombinant hat ile F6 generasyonuna kadar kendilemiş oldukları hatları kullanarak ketencik için önemli tarımsal özelliklerinin genetik haritasını çıkarmışlardır.

## 5. KETENCİKİN KULLANIM ALANLARI

Ketencik yağı, linoleik (omega-6) ve alfa-linolenik (omega-3) yağ asitleri bakımından zengin bir kaynaktır. Bu yağ asitleri kandaki LDL-kolesterol seviyesini azalttığı, kalp ve kalp damarlarının sağlığı için faydalı olduğu bilinmektedir.

Ketencik yağı, yağı stabil yapan ve yemeklik yağ olarak kullanılır konuma getiren tokoferoller gibi birçok doğal antioksidantları ihtiva eder. Yağdaki tokoferollerin miktarı 700 mg/kg'dır (Zubr, 1997). Ayrıca ketencik yağının 100 gramında 10 mg E vitamini bulunmaktadır.

Ketencik yağı geleneksel olarak insan beslenmesinde kullanılmaktadır. Ayrıca kolza yağı ile karışık olarak yemeklik olarak kullanılır. Ketencik yağı bundan başka salatalara, yemeklere, pasta ve cips hariç kızartmalarda kullanılabilir. Ayrıca mayonez, sos ve dondurma yapımında kullanılabilir.

Ketencik yağının; 1) cilt bakımı amacıyla vücut losyonu, banyo köpüğü ve banyo kremi gibi ürünlerin yapımında, 2) çoklu doymamış yağ asitlerinin özel

dermatolojik etkilerinden dolayı kozmetik sanayinde, 3) sabun ve yumuşak deterjan elde edilmesinde, 4) lipopeptidlerin ve lipoaminoasitlerin üretiminde 5) benzer yağ asitlerine sahip olmasından dolayı balık yağı yerine ikame edilmesinde, 6) sıvı biyodizel hammaddesi elde edilmesinde, 7) doğal antioksidantların bir kaynağı olan tekoferollerin elde edilmesinde, 8) geleneksel aydınlatmada kandil yağı olarak ve mum yapımında, 8) saf yemeklik yağ ve salata yağı olarak kullanılmakta olduğunu birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Peredi, 1969; Korsrud ve ark., 1978; Sang ve Salisbury, 1987; Robinson, 1987; Zubr, 1997).

Ketencik yağı, tarım ilaçlarının etkinliğini artırmak amacıyla katkı maddesi olarak kullanımı yanında pestisitlere katılan petrol yağının yerine de kullanılmaktadır (Robinson ve Nelson 1975).

Ketencik tohumunun yağı alındıktan sonra geriye kalan posa kısmı %10 yağ, %45 protein, %13 lif, %5 mineral madde, az miktarda da vitamin ve diğer maddeler ihtiva eder. Ketencik posasının proteini arginin, cistin, lysine, methionine ve threonin gibi temel amino asitlerin varlığı ile karakterize edilir. Ketencik proteinindeki amino asitlerin kompozisyonu özellikle kümes hayvanlarını besleme için uygundur (Fogelfors, 1984).

Ketencik, yüksek kükürt içeriği hariç ketenin element kompozisyonuna ve protein içeriğine benzerlik göstermektedir (Robinson 1987). Ketencik unu biyolojik değer olarak soya unu ile benzerlik gösterir ve %45-47 ham protein ve %10-11 lif içerir (Korsrud ve ark., 1978). Önemli miktarda yüksek glukosinolat ihtiva eden endüstriyel kolza unu ile kıyaslandığında ketencik ununda sıfır ile eser miktarda uçucu izotisiyanat bulunmuştur (Korsrud ve ark., 1978; Sang ve Salisbury, 1987). Dolayısıyla ketencik yeşil bitki olarak, ketencik unu olarak ve danesinin protein bakımından zengin posası büyükbaş hayvan beslemede kullanılabilir. Ayrıca tohum, özellikle kümes hayvanlarının ve kafes kuşlarının beslenmesinde kullanılabilir (Fogelfors, 1984).

Her ne kadar temel amino asitler ketencik diyetinde sınırlı miktarda bulunsun da, glukosinolatlardan başka gelişmeyi sınırlayan bazı faktörlerin mevcut olduğu ifade edilmiştir. Nitekim Ketencik unu ihtiva eden diyet ile beslenen farelerin kontrole göre daha az kilo aldığı belirlenmiştir (Korsrud ve ark., 1978). Dolayısıyla ketencik ununun diyetle yönelik besinlerin hazırlanmasında da kullanım potansiyeli vardır.

Ketencik tohumu çerezlik olarak da kullanılır.

Ketencik bitkisinin sapı fırça, paketleme ve malç gibi yalıtım malzemesi yapımında kullanılır.

Ketencik, iyi bir yeşil gübre bitkisidir. Ayrıca ucuz örtü bitkisi olarak toprak korumada düşük maliyetli bir bitki olarak yetiştirilebilir.

Ketencik, süs bitkisi olarak çevre düzenlemesi yapılan (rekreasyon) alanlarda da kullanılmaktadır (Jones ve Valamoti, 2005).

## 6. SONUÇ

Ketencik, ekstrem koşullara adaptasyon bakımından üstün performanslı ve bitki besin elementi isteği bakımından kanaatkar bir bitkidir. Ayrıca, yabancı ot rekabetinin iyi olması nedeniyle kimyasal ilaç kullanımına gereksinim duymaması ketenciğin çevre dostu yetiştirme sistemlerine uygun karakterde bitkiler arasında yer almasını sağlamaktadır.

Ketencik yağı, Omega-3 olarak adlandırılan yağ asitleri bakımından zengin bir kaynağına sahiptir. Dolayısıyla, ketencik yağının bitkisel yağ olarak tüketilmesi ile özellikle gelişmiş sanayi ülkelerinde

dengesiz beslenmeden kaynaklanan sağlık sorunlarının azaltılmasına katkıda bulunulabilir. İlave olarak, ketenciğin Omega-3 yağ asitlerinin katılması sonucu Omega-3 yağ asitleri bakımından zenginleştirilmiş besinlerin tüketilmesiyle beslenme kalitesini artırılabilir.

Sonuç olarak; besin ve besin endüstrisi dışında olmak üzere çok geniş kullanım potansiyeline sahip olması sayesinde ketencik geleceğin önemli alternatif yağ bitkileri arasında, yakın bir gelecekte, mutlaka hak ettiği yerini alacaktır.

## 6. KAYNAKLAR

- Agegnehu, M., Honermeier, B., 1997. Effects of seeding rate and nitrogen fertilization on seed yield, seed quality and yield components of false flax (*Camelina sativa* Crtz). *Die Bodenkultur*. 48 (1).
- Angelini, G., Moscheni, E., Colonna, G., Belloni, P., Bonari, E., 1997. Variation in agronomic characteristics and seed oil composition of new oilseed crops in central Italy. *Industrial Crops and Products* 6: 313-322.
- Aufhammer, W., 1998. Getreide-und Andere Körnerfruchtarten. Eugen Ulmer GmbH & Co. S 560.
- Crowley, J., 1998. Evaluation of *Camelina sativa* as an alternative oilseed crop. Teagasc project report 4320. <http://www.teagasc.ie/research/reports/crops>.
- Davis, P.H., 1965. Flora of Turkey, University of Edinburgh.
- Gehring, A., Friedt, W., Lühs, W., Snowdon, R. J., 2006. Genetic mapping of agronomic traits in false flax (*Camelina sativa*). *Genome*. 49: 1555-1563.
- Fogelfors, H., 1984. Useful weeds ? Part 5. *Lantmannen* (Sweden) 105, S. 28.
- Jones, G., Valamoti, S.M., 2005. Lallelantia, an imported or introduced oil plant in Bronze Age Northern Greece", *Vegetation History and Archaeobotany* 14 (4): 571-577, DOI 10.1007/s00334-005-0004-z.
- Korsrud, G.O., Keith, M.O., Bell, J.M., 1978. A comparison of the nutritional value of crambe and camelina seed meals with egg and casein. *Can. J. Anim. Sci.* 58: 493-499.
- Lühs, Friedt, 1994. The major oil crops. *Designer Oil Crops: Breeding, Processing and Biotechnology*. Verlagsgesellschaft mbH. S. 5-71.
- Marquard, R., Kuhlmann, H., 1986. Investigations of productive capacity and seed quality of linseed dodder (*Camelina sativa* Crtz). *Fette-Seifen-Anstrichmittel* 88 pp 245-249.
- Peredi, J., 1969. Fatty acid composition of the oils of Hungarian rape varieties and of other cruciferous plants, and the contents of isothiocyanates and vinyl thiooxazolidon of their meals. *Olag Szappan Kozmetika* 18, S. 67-76.
- Plessers, A.G., McGregor, W.G., Carson, R.B., Nakoneshny, W., 1962. Species trials with oilseed plants, II. *Camelina*. *Can. J. Plant Sci.* 42:452-459.
- Putnam, D.H., Budin, J.T., Field, L.A., Brene, W.M., 1993. *Camelina*: a promising low-input oilseed. p. 314-322. In: J. Janick and J.E. Simon (eds.), *New crops*. Wiley, New York.
- Robinson, R.G., Nelson, W.W., 1975. Vegetable oil replacements for petroleum oil adjuvants in herbicide sprays. *Econ. Bot.* 29: 146-151.
- Robinson, R.G., 1987. *Camelina*: A useful research crop and a potential oilseed crop. *Minnesota Agr. Expt. Sta. Bul.* 579 (AD-SB-3275).
- Sang, J.P., Salisbury, P.A., 1987. Wild Crucifer species and 4-hydroxyglucobassicin. *Cruciferae Newsl.* 12, S. 113.
- Schuster, W.H., 1992. Ölpflanzen in Europa. DLG-Verlags-GmbH, S. 240.
- Seehuber, R., Dambroth, M., 1983. Studies on genotypic variability of yield components in linseed (*Linum usitatissimum* L.), poppy (*Papaver somniferum* L.) and *Camelina sativa* Crtz. *Landbauforschung Volkenrode* (Germany) 33: 183-188.
- Seehuber, R. 1984. Genotypic variation for yield- and quality-traits in poppy and false flax. *Fette-Seifen-Anstrichmittel* 86:177-180.
- Seehuber, R., Dambroth, M., 1987. Development of basic populations of plant species suitable for the production of fatty acids, especially considering linseed, false flax and poppy. *Landbauforsch. Voelkenrode* (Germany) 37:219-223.
- Seehuber, R., Vollmann, J., Dambroth, M., 1987. Application of the single-seed-descent method in false flax to increase the yield level. *Landbauforsch. Voelkenrode* (Germany) 37:132-136.
- Umarov, A.U., Chernenko, T.V., Markman, A.L., 1972. The oils of some plants of the family cruciferae. *Khimiya Prirodnykh Soedinenii* (USSR) 1: 24-27.
- Vollmann, J., Damboeck, A., Eckl, A., Schrems, H., Ruckenbauer, P., 1996. Improvement of *Camelina sativa*, and under exploited oilseed. In *Progress in New Crops*. J. Janick (ed). ASHS Press, Alexandria, Va. S. 357-362.
- Vollmann, J., Grausgruber, H., Stift, G., Dryzhyruk, V., Lelley, T., 2005. Genetic diversity in camelina germplasm as revealed by seed quality characteristics and RAPD polymorphism. *Plant Breeding* 124, 446-453.
- Zimmermann, H.G., Kuechler, M., 1961. Die Ertrage von Leindotter und Öllein und Untersuchungen Über den Einfluss der Saatstaerke auf den Anbauerfolg bei einer Landsorte und Zuchtstaemmen des Leindotters [*Camelina sativa* (L.) Cr.]. *Albrecht-Thaer-Archiv* (Germany) 5:622-636.
- Zubr, J., 1997. Oil-seed crop: *Camelina sativa*. *Industrial Crops and Products* 6, p 113-119.

## TOPRAK EROZYONU ÇALIŞMALARINDA BULANIK MANTIK UYGULAMALARI

Tuğrul YAKUPOĞLU Nutullah ÖZDEMİR İmanverdi EKBERLİ  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, SAMSUN

Sorumlu yazar: nutullah@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 01.02.2008

Kabul Tarihi: 20.06.2008

**ÖZET:** Erozyon arazi degradasyonuna neden faktörlerin başında gelmektedir. Bu nedenle sürdürülebilir bir tarımsal faaliyet için erozyonun doğru bir şekilde tahminlenmesi ve erozyona karşı etkin önlemlerin alınması gerekmektedir. Toprakların aşınabilirliklerini veya toprak kayıp miktarını belirlemek amacıyla birçok model ve yöntem geliştirilmiştir. Bu çalışmada toprak erozyonunu tahminlemede bulanık mantık (fuzzy logic) temelli modellerin kullanımı değerlendirilmiştir. Bu amaçla öncelikle iki değerli mantık tanımlanmış ve iki değerli klasik mantıktan bulanık mantığa geçiş süreci irdelenmiştir. Son kısmında ise konuya örnek olan bir çalışmaya yer verilmiştir. Bahsi geçen bu çalışmanın ve konuyla ilgili diğer birçok çalışmanın sonuçlarına göre, bulanık mantık temelli oluşturulan modeller toprak erozyonunu tahminlemede klasik mantık temelli oluşturulan modellerden daha başarılıdır ve uygulamada daha az değişkene ihtiyaç gösterirler.

**Anahtar Kelimeler:** Erozyon, Bulanık mantık, Modelleme, Toprak

## FUZZY LOGIC APPLICATIONS IN SOIL EROSION STUDIES

**ABSTRACT:** It is known that erosion is a leading factor in land degradation. Therefore, erosion must be correctly estimated and effective precautions must be taken for a sustainable agricultural activity. Hence, many models and methods have been developed for estimation of soil erodibility or calculating of quantity of the soil loss. In the present paper, using of fuzzy logic based models were examined in soil erosion prediction studies. For this goal, binary logic was described and then the transition from the classical logic to fuzzy logic has been studied. In the last section of the paper, a conducted research project is presented as an example of this matter. According to results of the said study and similar studies, fuzzy logic based models are more successful than classical logic based models in estimation of soil erosion; and they require fewer variables in application.

**Key Words:** Erosion, Fuzzy logic, Modeling, Soil

### 1. GİRİŞ

Tarımsal sürdürülebilirlik ve çevre korunmasına etkileri nedeniyle toprak erozyonu, Türkiye'nin birçok bölgesi için tehdit oluşturmaktadır. Bu sorununun çözümü ve etkin toprak koruma önlemlerinin alınabilmesi için güvenilir bilgilere ihtiyaç vardır (Hacıyakupoğlu ve Ertek, 2002). Karmaşık bir neden sonuç ilişkisinin şekillendirdiği problemin çözümünde günümüz koşullarında etkili bütün verilerin değerlendirilmesi üzerinde durulmaktadır. Fiziksel kökenli erozyon süreçlerinin etkilerini tahmin etmenin en iyi yolu, mevcut bilgileri temel alan diyagramların, kartların, eşitliklerin ya da formüllerin oluşturulmasıdır. Bu konuda geçerli olan görüş model çözümler olup bu çözümler günümüz koşullarında giderek komplikeleşmekte ve bilgisayarlara bağımlı duruma gelmektedirler. Matematiksel modelin başarısı, modelin sanal ortamda tahminlediği erozyon miktarının gerçek dünyadaki erozyon miktarına yakın olmasıyla ve kolay uygulanabilirliğiyle ölçülmektedir. Ancak henüz hiçbir model, üzerinde tartışmaya yer vermeyecek bir ölçekte kesinlik kazanmamıştır. Bu konuda disiplinler arası ve bütünlük çalışmaları gruplarının oluşturulmasına ve araştırmaların bu şekilde yürütülmesine ihtiyaç vardır (Hacısalıhoğlu ve ark., 2002; Özdemir, 2002). Gelişen teknolojiyle birlikte, mevcut erozyon modellerinin çoğunun aslında erozyonu doğru tahminlemekten uzak olduğu daha iyi anlaşılmıştır. Diğer taraftan mevcut modellerin çoğunun tahminlemeyi kesine yakın yapabilmesi için

birçok değişkene ihtiyaç duyması ve bu değişkenlerin sağlanmasının pratik olmayışı da sorun oluşturmaktadır. Bu durum, erozyonu tahmin etmede yeni yaklaşımların ve modellerin geliştirilmesi zorunluluğunu doğurmaktadır. Geliştirilen modellerde yaygın olarak bulanık mantık (fuzzy logic) yaklaşımı üzerinde durulmaktadır. Araştırma sonuçları (Lagacherie ve ark., 1997; Baja ve ark., 2002; Tran ve ark., 2002; Cohen ve ark., 2005; Kohli ve Khara, 2006) özellikle havza boyutlu alanlardaki erozyon miktarının tahminlenmesinde, bulanık mantık temelli modellerin kullanımının klasik mantık (Boolean mantığı) temelli modellere göre daha kesin sonuçlar verdiğini göstermektedir. Ayrıca bu yeni modeller coğrafi bilgi sistemi (GIS) ile desteklendiğinde daha uygulanabilir olmaktadır (Kohli ve Khara, 2006).

Bu çalışmanın amacı, bulanık mantık yaklaşımı ve bu yaklaşımın toprak erozyonunu tahminlemede kullanılabilirliğinin irdelenmesidir.

### 2. BULANIK MANTIK ve BULANIK KÜME TEORİSİ

#### 2.1. Bulanık Mantığın Gelişimi ve Tanımı

Bulanık sistemler, orijini antik Yunan felsefesine dayanan klasik küme üyeliği ve mantık düşüncelerine bir alternatiflerdir. Bilinen matematik modeller, geniş alanlardaki başarılarını, Aristoteles ve ondan önce gelmiş düşünürlere borçludur. Bu düşünürler özlü bir mantık teorisi tasarlamışlar ve bunu *düşünce yasaları* olarak adlandırmışlardır. Bu kanunlara göre bir şey

- 1) ya doğru ya da yanlış olmalıdır
- 2) hem doğru hem de yanlış olamaz. (Korner,1967; Brule, 1985).

Fakat Heraclitus, bir şeyin eş zamanlı olarak, hem doğru hem de yanlış olabileceği önermesini ileri sürmüştür. Doğru ve yanlış arasındaki gri alanı gösteren ilk filozof Plato olmuş ve o zamana kadarki düşünce sistemini altüst etmiştir. Daha sonraki filozoflar, özellikle Hegel, Plato'nun düşüncelerini tekrarlayarak geliştirmişlerdir (McBartney ve Odeh, 1997). Aristoteles'in iki değerli mantığına alternatif olabilecek ilk sistematik öneriyi, bu yüzyılın başında Lukaszewicz getirmiştir. Üç değerli bir mantık tanımlaması yapan Lukaszewicz, doğru ile yanlış arasındaki olabirliğe atfettiği üçüncü dereceye, sayısal bir değer atamıştır. Sonuçta, modern matematikteki bütün bir notasyon ve aksiyomatik sistemin temelleri bu şekilde atılmıştır (Lejewski, 1967). Zadeh (1965) uzantı yoluyla bulanık kümeler teorisini ve bulanık mantığı matematikte tanımlayan "Fuzzy Sets" (Bulanık Kümeler) isimli bir çalışma yayınlamıştır. Gerçek sayıların  $[0, 1]$  değeri üzerinden üyelik fonksiyonunu belirlemeye olanak tanıyan bu teori, mantıksal hesaplamalar için yeni işlemler geliştirilmesini gerektirmiştir (Akyürek ve Okalp, 2006). Bu şekilde ortaya çıkan bulanık mantık yaklaşımı, dış dünyadan gelen verilerin daha uygun bir şekilde değerlendirilebilmesini olanaklı duruma getirmiştir.

Günümüzde bu alternatif mantığın iki tanımı yapılmaktadır. Özeldde, dar anlamıyla bulanık mantık, yaklaşık akıl yürütmeyi şekillendirmeyi amaçlayan bir mantıksal sistemdir. Bu anlamda, bulanık mantık çok değerli mantığın bir uzantısı olsa da gündemi klasik çok değerli sistemlerden oldukça farklıdır. Geniş anlamda bulanık mantık, bulanık küme teorisini de kapsar ve dar anlamıyla bulanık mantığı da içerir. Günümüzde bulanık mantık denildiğinde anlaşılan geniş anlamda bulanık mantıktır (Baykal ve Beyan, 2004).

## 2.2. Bulanık Küme Teorisi

Bulanık kümelerde kullanılan mantıksal işleyiş şekli bulanık mantıktır (Klein, 1999). Bulanık küme teorisi, soyut küme teorisinin bir genelleştirmesidir. Yani bulanık küme teorisindeki tanımlar, teoremler ve ispatlar bulanık olmayan kümeler için de daima doğrudur. Bir bulanık kümede en az bir eleman 1 üyelik değerine sahipse (ya da yüksekliği 1 ise) bu bulanık küme "normal bulanık küme" denir. Kümenin herhangi bir elemanının alabileceği en büyük üyelik değeri o kümenin yüksekliğidir (Özkan, 2001).

Banaı (1993)'e göre Boolean mantığı ve bulanık kümeler arasında temelde üç önemli fark vardır:

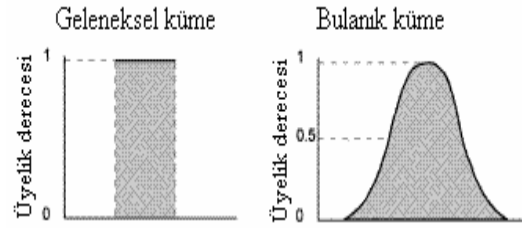
- 1) Bir bulanık küme, kümedeki objenin sınırlarını tanımlamada esnekliğe izin verirken Boolean tekniğinde ise kesin bir sınır tanımlanır.
- 2) Boolean tekniğinde yalnızca iki mümkün olay vardır. Buna göre bir eleman ya kümenin

içindedir ya da dışındadır. Bulanık kümede ise ideal noktaya yakınlığın derecesi dikkate alınır.

- 3) Boolean mantığı, bulanık kümenin tersine, bir kümedeki bir elemanın kısmi üyeliğini dikkate almaz.

### 2.2.1. Bulanık Kümede Üyelik Fonksiyonları

Geleneksel kümeler ile bulanık kümeler arasındaki en temel fark üyelik fonksiyonlarıdır. Geleneksel ve bulanık kümelerin üyelik fonksiyonlarının alabileceği değerlerin gösterimi Şekil 1'deki gibidir. Şekil 1'in incelenmesinden de anlaşılacağı üzere geleneksel bir küme sadece bir üyelik fonksiyonu ile nitelenebilirken, bulanık bir küme teorik olarak sonsuz sayıda üyelik fonksiyonu ile nitelenebilir (Zadeh, 1984).



Şekil 1. Geleneksel ve bulanık kümede tanımlanan bir objenin üyelik fonksiyonu

Üyelik fonksiyonlarının uygulama ile örtüşen ve doğru bir şekilde belirlenmesi, bulanık küme teorisinin esasını oluşturmaktadır. Bu nedenle, üyelik fonksiyonları bir kez belirlendikten sonra, bulanık küme teorisinde bulanık olan herhangi bir şey kalmadığı söylenir. Bir sistemin işleyişi veya bir nesne için "ne kadar" veya "hangi noktadan sonra" gibi soruların yanıtları ile bulanık kümelerin üyelik fonksiyonları oluşturulmaya çalışılır. Bulanık bir kümenin üyelik fonksiyonunu belirleme süreci, kavramların uygulamadaki anlamına dayanarak sezgisel olarak da yapılabilir (Özkan, 2003).

Genelde klasik bir X kümesinin elemanları  $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots\}$  şeklinde gösterilirken, bunun bulanık hali

$$X = \left\{ \frac{\ddot{u}(x_1)}{x_1} + \frac{\ddot{u}(x_2)}{x_2} + \dots \right\} = \left\{ \sum_i \frac{\ddot{u}(x_i)}{x_i} \right\}$$

şeklinde gösterilir. Bulanık kümenin sürekli olması

durumunda ise  $x = \left\{ \int \frac{\ddot{u}(x)}{x} \right\}$  olur. Her iki

notasyonda da bölüm işareti asla bölmeyi göstermez, sadece alttaki gerçekteki sayıya yani küme öğelerine üstteki üyelik derecesinin karşılık geldiğini belirtir. Yukarıdaki denklemlerin ilkinde toplam işareti de alışılageldiğimiz toplamı değil, küme öğelerinin topluluğunu ifade etmek içindir. İkinci notasyonda integral işareti de asla bildiğimiz integral anlamına gelmez, yine topluluğu gösteren bir işaret olarak algılanmalıdır (Şen, 2001).

Olasılığa dayananlar başta olmak üzere kelime bilgisiyle ilişkili ifadelerin birçoğu algılama temellidir. Algılama organlarının yeteneği sınırlıdır ve beyin detayları çözmede, bilgi toplamada, algılamada

doğası gereği sınırlı bir kapasiteye sahiptir (Zadeh, 2004). Bulanık bir kümede, belirli bir niceliği niteleyen semantik yaklaşımlar ya da sözel ifadeler (düşük, orta, yüksek... gibi), kümedeki üyeliğin derecesine bağlı olarak (örneğin erozyonun derecesini tanımlarken) kullanılırlar (Metternicht, 1997; Metternicht ve Gonzalez, 2005). Bulanık mantığın sözel değişkenlerin kullanımına izin vermesi diğer mantık sistemlerinden önemli bir farklılığıdır. Değişken değeri olarak, bir dildeki kelimeleri alan değişkene sözel değişken denir. Burada sözü edilen kelimeler, geleneksel küme teorisinde sınır koşulunu net olarak ifade edemeyen kelimelerdir. Bazı kelimelerin anlamı, karmaşıklık, subjektiflik veya belirsizlik gösterebildiği için sözel bir değişkenin bulanık kümelerle dayanarak tanımlanması gerekir. Sözel değişkenler, net olarak ifade edilemeyen kavramların yaklaşık olarak nitelenebilmesini sağlar. Böylece sözel değişkenler, sözel ifadeleri matematiksel olarak ifade edebilmek için bulanık kümelerin kullanımını gerektiren bir araç haline gelirler. Bulanık kümelerde sözel ifadeleri oluştururken sıklıkla kullanılan kurallardan birisi de EĞER-O HALDE kurallarıdır (Eğer bitki örtüsü zayıf ise o halde erozyon riski yüksektir... gibi). Bulanık EĞER-O HALDE kuralları veya bulanık algoritmalar, matematiksel olarak bulanık bağıntılara denktir. Bulanık EĞER-O HALDE kuralına dayanarak bulanık akıl yürütme süreci (bulanık ortamda çıkarım yapma) ise matematiksel olarak bir bileşke işlemidir (Özkan, 2003).

### 3. SİSTEM KAVRAMI VE BULANIK SİSTEMİN GENEL YAPISI

#### 3.1. Sistemin Tanımı

Genel sınırları ile sistem bir veya daha çok amaca veya sonuca ulaşmak üzere aralarında ilişkiler olan fiziksel veya kavramsal birden çok bileşenin oluşturduğu bütündür. Bu tanımlamanın içerdiği dört unsur aşağıdaki şekilde sıralanabilir (Baykal ve Beyan, 2004).

- 1) birden çok bileşenin gerekliliği,
- 2) bileşenler arası ilişkiler,
- 3) bileşenlerin oluşturduğu bir bütün,
- 4) bütünün amacı

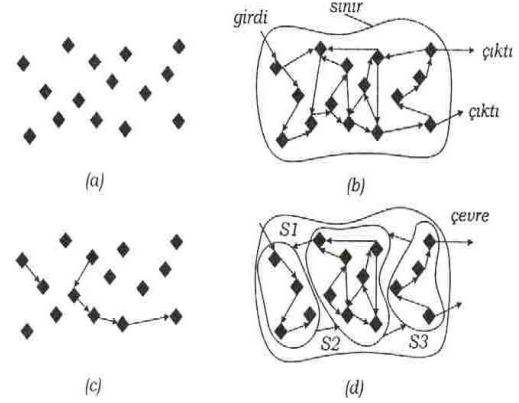
Sistemi oluşturan alt bölümlere ise alt sistemler denir. Sistemin tanımının görsel ifadesi Şekil 2'de verilmiştir. Şekil 2'nin incelenmesinden sonra,

- a) aralarında ilişkiler bulunmayan eleman kümesinin sistem olmadığı,
- b) birkaç elemanı arasında ilişki bulunan bir kümenin sistem tanımlanmasına uymadığı,
- c) sistemin, elemanları arasında pek çok ilişki olan ve sınırları, girdi ve çıktıları olan bir yapı olduğu ve
- d) bir sistemin birden fazla alt sistemlerinin (S1, S2, S3 gibi) olabileceği

söylenbilir.

Ele alınan sistemlerin tamamen dışında kalan her şey sistemin çevresini oluşturur. Çevre ile karşılıklı

etkileşme sistemin davranışını etkiler. Sistemin dışında meydana gelen, onu etkileyen ve sistemin dışında onlardan doğrudan etkilenmeyen etkilere sistemin girdileri denir. Dış etki veya girdilerin etkisi ile sistemin durumunda meydana gelen değişikliklere veya sistemi tanımlayan parametrelerdeki değişimler ise sistemin çıktıları şeklinde isimlendirilir.



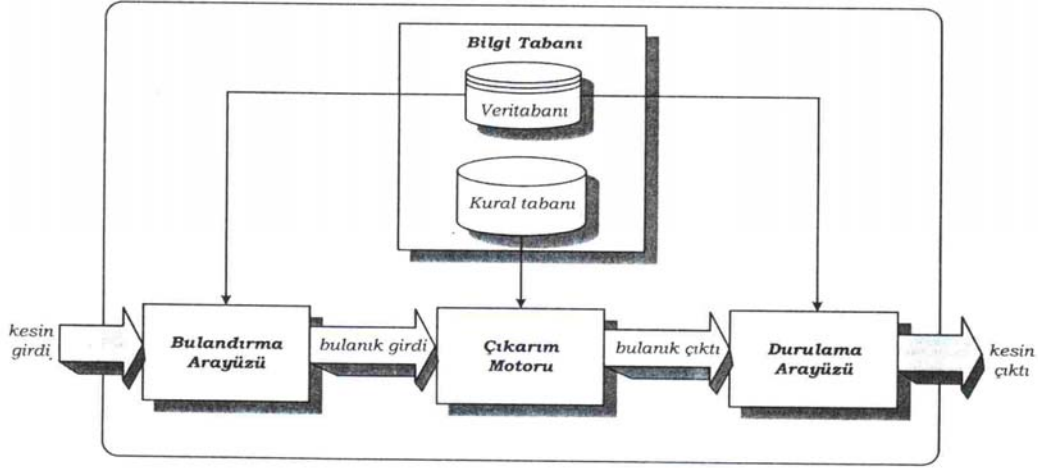
Şekil 2. Sistemin tanımı

#### 3.2. Bulanık Sistemin Genel Yapısı

Bulanık sistemin genel yapısı Şekil 3'de gösterildiği gibidir. Bu şekilde görülen her bir ünitenin kendine özgü görevi vardır. Bulandırma arayüzünün görevi kesin girdi değerlerini işleyerek bulanık değerlere çevirmektir. Bu amaçla sistem girdi değerlerini alır, girdi değişken aralığının uygun evrensel kümeye dönüştürülmesini sağlar ve girdi verilerini uygun sözel değerlere (bulanık kümeler) dönüştürür. Çıkarım motoru (karar verme mantığı) bulanık kavramlara dayalı insan karar verme işlemi taklit eder. Ayrıca semantik kuralları kullanan bulanık denetim etkinliklerini uygular. Çıkarım motoru akıl yürütme işlemi uygulamaktadır. Bu uygulamayı bulanık çıktıları elde etmek üzere yapmaktadır. Bilgi tabanı uygulama alanı hedeflerinin bilgisini içerir, kural ve üyelik fonksiyonlarını tanımlar. Bilgi tabanı bir veri tabanı ve sözel kural tabanından oluşur. Veri tabanı denetim kuralları ve veri işlemede kullanılan gerekli tanımları içerir. Sözel kural tabanı, stratejiyi ve kuralları sözel ifadeler aracılığı ile tanımlamaktadır. Kural tabanı, sözel olarak ilgili sistemin modellenmiş hali olarak görülebilir. Durulama arayüzünün görevi ise bulanık çıktı değerlerini kesin değerlere çevirmektir (Tayfur ve ark., 2003).

Bulanık kümeler ya da bulanık mantığı ve buna karşılık gelen matematiksel çatıyı kullanan statik ya da dinamik sistemler "bulanık sistemler" olarak tanımlanır. Bu sistemler, bulanık mantıkla çıkarım ve karar vermeye dayalı çalışma ilkeleri olan mekanik, elektriksel ve benzeri sistemlerdir. Bulanık bir sistem tasarlamak, dijital bir platformda ve esnek yöntemlerle bulanık mantık çıkarım ve karar verme süreci sağlayacak bir sistem geliştirmeye karşılık gelmektedir. Bulanık sistemler EĞER-O HALDE şeklinde kurallarla tanımlanıyorsa *kural tabanlı bulanık sistemler* olarak adlandırılırlar.





Şekil 3. Bulanık sistemin genel yapısı

#### 4. MODEL KAVRAMI

Sistemler tam anlamıyla kavrayabileceğimiz ya da ulaşabileceğimiz sınırlarımızın çok ötesinde karmaşıklığa sahiptir. Bundan dolayı modeller kullanarak gerçek sistemler incelenebilir ve anlaşılabilir hale getirilmiş olur. Örneğin Qualitative Approach erozyon modeli (van Zuidam,1986) bir havzada meydana gelen toprak kayıplarına hangi faktörün ne ölçüde etki ettiğini anlamamıza yardımcı olabilir.

Model kavramı, bilimsel anlayıştaki önemli unsurlardan biridir. Model, sistem bütünü olarak görülen doğada gerçekleşen olayların belirli bir yönünün çeşitli yöntemlerle ve çeşitli düzeylerde minyatürleştirilmesi veya karikatürleştirilmesi olarak da ifade edilebilir. Süreç ve olguların manipüle edilebilmesi ve uygulamaya sokulmasında model yaklaşımları kritik önem taşımaktadır. Bir sistem bilgisayarlarda modellenirken, sistemin model ve özelliklerini tanımlayan fonksiyonlara, veri madenciliği ile elde edilen deneysel verilere ya da uzman personelin sözel ve nitel terimlerle ifade ettiği bilgilere dayandırılabilir. Buna göre aşağıdaki gibi üç tip model paradigmasından bahsedilebilir:

- 1) integral-diferansiyel paradigması
- 2) veri paradigması
- 3) nitel paradigma

İntegral-diferansiyel paradigması denilen model yaklaşımında, sistemin süreç ve özelliklerine ilişkin temel (fiziksel, kimyasal vb) bilgiler, diferansiyel ya da integral eşitlikler olarak modellenmektedir. Veri paradigması, yapay sinir ağları yaklaşımında gibi, bilgi ve biçimsel bağlantılar elde etmek için veri madenciliği ile deneysel verinin işlenmesine dayanır. Nitel paradigma ise sözel ve nitel olarak ifade edilen uzman bilgisine dayanarak yapılan modellemedir. Bu modeller bulanık sistemler olarak kabul edilirler (Baykal ve Beyan, 2004).

Bulanık modelleme yeni bir modelleme paradigmasıdır. Sayısal veriyi kullanabilen klasik kara kutu modelleme tekniklerine göre bulanık model yaklaşımının daha başarılı olması, nicel ve nitel bilgiyi

eşzamanlı olarak kullanabilme yeteneğine sahip olmasından kaynaklanmaktadır (Mendel, 1995).

#### 5. EROZYON TAHMİN MODELİ

Bulanık mantık algoritması, toprak erozyonu çalışmalarında geleneksel erozyon tahmin modellerini geliştirmek ya da erozyon sınıflarını oluşturmak için kullanılabilir (Tayfur ve ark., 2003). Erozyon tahminine ilişkin geleneksel çalışmalarda çoğunlukla havza bazlı Üniversal Toprak Kayıp Denklemi (USLE) esas alınmaktadır. Mitra ve arkadaşlarının (1998) "Büyük bir havzadaki erozyonun tahmininde bulanık mantık uygulamaları" başlıklı çalışmaları bu konuya iyi bir örnek oluşturmaktadır.

Söz konusu çalışmada, geniş bir havzadaki toprak erozyonunu tahminlemek için bulanık kural tabanlı sistemi esas alan iki farklı model (İki Değişkenli Model, İDM ve Üç Değişkenli Model, ÜDM) oluşturulması üzerinde durulmaktadır. Oluşturulan modellerle elde edilen sonuçlar USLE'den elde edilen sonuçlarla karşılaştırarak yorumlanmıştır. Verilerin formatı ve kaynağı Çizelge 1'de verilmiştir.

İDM için bulanık kural tabanı, eğim açısı ve arazi kullanım oranından meydana gelmektedir. Arazi kullanım oranı ormanlık alanların mera alanlarına oranlanması olarak tanımlanmıştır (O/M). ÜDM için bulanık kural tabanı, eğim açısı (FLS), arazi örtüsü (FLC) ve toprak erodibilite faktörü (FK)'nden oluşmaktadır. 30 m çözünürlüğü olan bu üç değişken, yeniden sınıflandırma stratejileri kullanılarak dijital ortamda bulandırılmıştır.

##### 5.1. Bulanık Kural Tabanının Oluşturulması

Modellerin geliştirilmesi için her bir girdi değişkenin kodlanması, bulandırılması ve daha sonra karar verme mekanizması için bulanık sonuç çıkarma mühendisliği içerisinde değerlendirilmesi gerekmektedir. Mitra ve çalışma arkadaşları (1998) bulanık mantık temelli sistem için kural yapısını Wang ve ark. (1990) ve Burrough (1993)'den benimsenip modifiye edilmesini önermişlerdir.

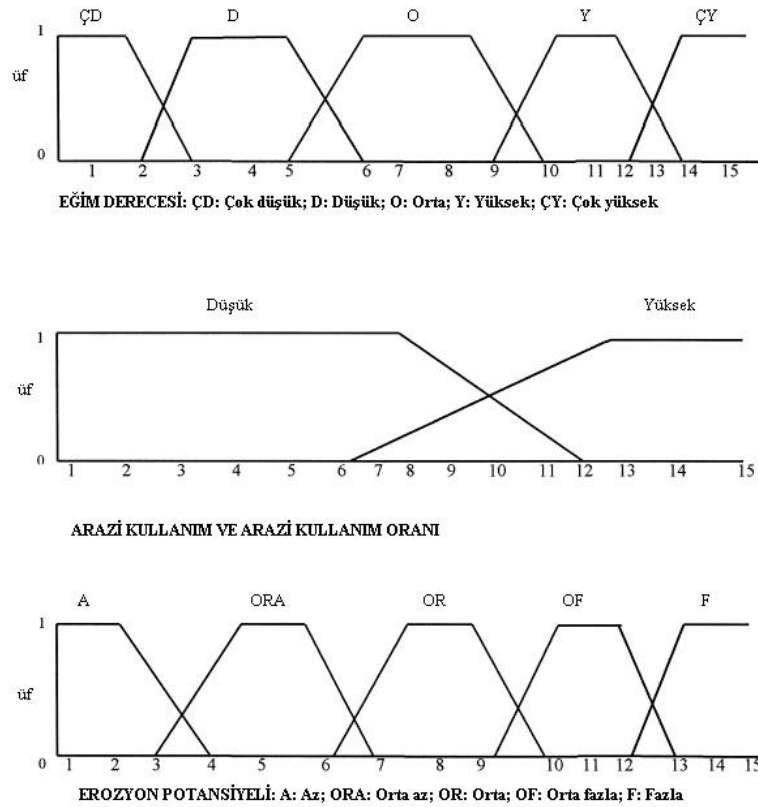
Tablo 1. Örnek çalışmada kullanılan verilerin kaynağının tanımlanması

Değişkenler	Ölçek/ Çözünürlük	Format	Kaynak	Yorumlamalar
LC	1:24000	Mylar	TVA	Oran hesaplandı/grid
LC	1:250000	Mylar	USGS	Oran hesaplandı/grid
C faktörü kategorileri	30m	Dijital	U of A	15 kategoride sınıflandırıldı
K faktörü kategorileri	30m	Dijital	U of A	8 kategoride sınıflandırıldı
LULC	30m	Dijital	U of A	12 kategoride sınıflandırıldı
LS faktörü	30m	Dijital	U of A	15 kategoride sınıflandırıldı
Eğim (°) haritalar	1:24000 ve 1:250000	Paper	USGS	Topoğrafik haritadan hesaplandı
Eğim (°) kategoriler	30m	Dijital	U of A	15 kategoride sınıflandırıldı

TVA: Tennessee Valley Authority; USGS: US Geological Survey; U of A: University of Arkansas at Fayetteville

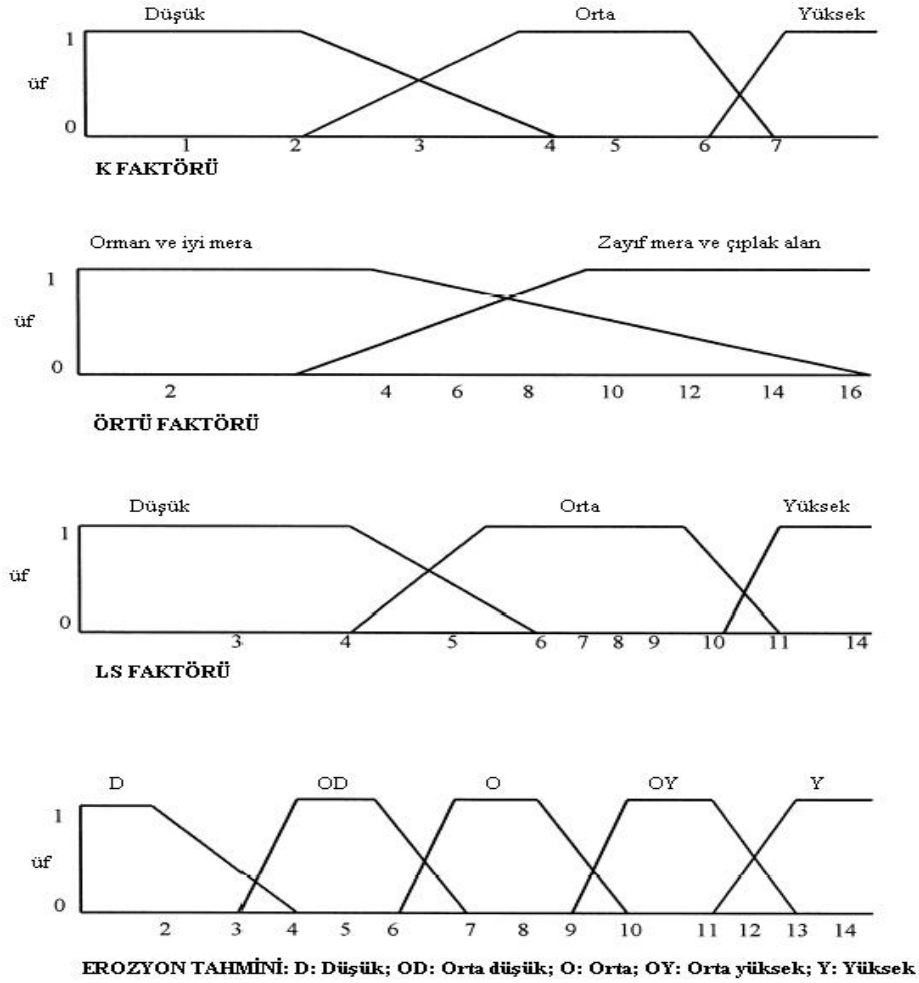
Modelde eğim ve toprak erozyonu arasındaki ilişkiler kurulmuş ve Bosworth ve Foster (1972)'den uyarlanan kural tabanı içerisinde değerlendirilmiştir. En iyi

yazılım performansının sağlanması amacıyla yamuk şekilli üyelik fonksiyonları seçilmiştir (Şekil 4 ve Şekil 5).



Şekil 4. Erozyon miktarının tahmininde kullanılan İDM için bulanık kategorilerin açıklanmasında kullanılan bulanık kümeler diyagramı (üf: Üyelik fonksiyonu 0-1 arasında değerler almaktadır)





Şekil 5. Erozyon miktarının tahmininde kullanılan ÜDM için bulanık kategorilerin açıklanmasında kullanılan bulanık kümeler diyagramı (üf: Üyelik fonksiyonu 0-1 arasında değerler almaktadır)

### 5.1.1. İki Değişkenli Model (İDM)

İki değişkenli modelde girdiler eğim ve arazi kullanım oranıdır. Parselde (30 m'lik gridle) hesaplanan eğim değişkenine ait değerler 0-87 arasında değişmektedir. Eğimler dijital ortamda GRASS 4.0 (Westervelt ve ark., 1989) kullanılarak hesaplanmaktadır (Çizelge 2).

Arazi kullanımına ilişkin veriler sayısal olmadığı için değişken olarak bulandırılmaları zordur. Bu nedenle havza içerisinde arazi kullanımındaki değişimin sürekliliğini temsil etmek üzere sayısal bir indeks geliştirilmiştir. Havzada, orman, mera ve bitkisel üretim yapılan alanlar ana arazi kullanım kategorileri olarak tanımlanmaktadır. O/M değerleri, bulanık sonuç çıkarma sisteminde, her bir grid içerisinde, iki ana arazi kullanım örneği yerleştirilerek tanımlanır. Tanımlama sonuçları O/M'nin sıfır ile sonsuz arasında değerler alabileceğini göstermektedir. , ancak bu sayısal aralık, IDRISI 4.1 (Eastman, 1993) ve raster tabanlı GIS' tipi programlarda kabul edilemezdir. Tipik çalışmalarda bu aralığın 1-16 arasında tutulduğu dikkate alınmalıdır.

Çizelge 2. İDM için yeniden sınıflandırılan eğim ve arazi örtüsünün tanımlanan kategorileri.

Bulanık kategori	Eğim açısı (°)	Arazi örtüsü
1	1-5	Yaprak döken orman
2	6-10	Karışık orman
3	11-15	Yaprak dökmeyen orman
4	16-20	İyi mera
5	21-25	Orta mera
6	26-30	Zayıf mera
7	31-35	Ağaçlı mera
8	36-41	Aşırı otlatılmış mera
9	42-47	Çift sıra ürün
10	48-54	Sıra ürün
11	55-61	
12	62-68	
13	69-75	
14	76-81	Çıplak toprak
15	82-87	

### 5.1.2. Üç Değişkenli Model (ÜDM)

Üç değişkenli modellerde girdi için veri kümeleri içerisindeki bulanıklığın oluşturulmasında veriler birkaç kategoride yeniden sınıflandırılmıştır. Bu girdiler FK, FLS ve FC'yi içerir. Sınıflandırmada K faktörü 8, LS faktörü 15 ve örtü faktörü 11 kategoriye ayrılmaktadır (Çizelge 3). K faktörü, ilişkili toprak haritalama ünitelerinin yeniden sınıflandırılması yoluyla elde edilmektedir. Her bir hücredeki (30 m'lik ) C faktörü, toprak haritalama ünitesindeki alansal örtüye göre ağırlıklı olarak belirlenmektedir. LS değerleri 1-10488 arasında kategorilere ayrılmıştır. Bu veriler minimum bulanıklıktadır ve eşit olmayan aralıklardaki 15 kategoride yeniden sınıflandırılabilir.

### 5.2. Bulanık Sonuç Çıkarma Motoru

Bulanık sonuç çıkarımında Numatra (1991) tarafından geliştirilen bulanık sonuç çıkarma motoru veya bunun modifiye edilmesi ile oluşturulan tekniklerden yararlanılmaktadır. Söz konusu yazılım tekniği,

- 1) hafızada depolanan yarayıslı veriler için bütün bir kural tabanı açılması,
- 2) verilerin gridlere ayrılması,
- 3) yazılımın bulanık kümelerde üyelik fonksiyonlarını ve bulanık kuralları ataması,
- 4) çıktı olarak toprak erozyonunun tahminlenmesi,
- 5) havzadaki bütün hücreler işlenene kadar ikinci adıma geri dönülmesi

şeklinde çalışmaktadır. Buradan elde edilen çıktılar IDRISI programında geliştirildikten sonra (Çizelge 4 ve Çizelge 5) GIS işlemcileri aracılığı ile erozyonun uzamsal dağılımını gösteren haritalar elde edilmektedir. Örneğin bulandırma mekanizmasından geçen verilerden sonra İDM'nin çıktı dosyasını oluşturan Çizelge 4'e göre eğim açısının çok küçük olduğu arazi üzerinde yayılım gösteren mera toprağında tahminlenen toprak erozyonu sözel olarak "düşük" şeklinde ifade edilirken eğim açısının çok büyük olduğu araziler üzerinde yer alan mera toprağında ise tahminlenen toprak erozyonu "yüksek" şeklinde belirtilebilir. Çizelge 5'de ise ÜDM parametrelerine ait verilerin bulanık çıkarım motorundan çıkması sonucunda elde edilen sözel değerlendirme skalası mevcuttur. Çizelge 5'e göre toprak aşınım faktörü (K)'nin yüksek ve eğim uzunluğunun fazla olduğu orman toprağında toprak erozyonu "orta yüksek" olarak tahminlenebilir. Aynı K faktörü ve eğim uzunluğu sınıfında yer alan mera toprağında ise tahminlenen toprak erozyonu sınıfı "yüksek" olarak bulunur.

### 5.3. İDM ve ÜDM ile Elde Edilen Sonuçların USLE'den Elde Edilen Sonuçlarla Karşılaştırılması

Tahmin edilen değerlerin geçerlilik kontrolü için elde edilen sonuçların standart yöntemlerle ile karşılaştırılması gerekir. Bu doğrultuda bulanık

mantık temelli modeller olan İDM ve ÜDM kullanılarak havza içerisinde tahminlenen erozyon alanları, USLE ile yapılan tahminlemelerle karşılaştırılabilir. Mitra ve çalışma arkadaşlarının (1998) verileri esas alındığında üç modelden elde

Çizelge 3. ÜDM için LS, K ve LC faktörlerinin tanımlanan kategorileri.

Bulanık kategori	FLS	FK	FLC
1	1-97	0.15	Yaprak döken orman
2	111-262	0.17	Karışık orman
3	273-480	0.20	Yaprak dökmeyen orman, iyi mera
4	485-731	0.24	Orta mera, iyi mera (f, t, g)
5	733-988	0.24	Ulaşım alanı, çalılık, zayıf mera; zayıf mera (g)
6	999-1338	0.32	Karışık ve imar alanı
7	1342-1645	0.37	Ağaçlı mera, orta mera (g)
8	164-1993	0.43	Aşırı otlatma (esleme alanı)
9	2010-2385		Çift ürün
10	2411-2793		Sıra ürün, çiftlik işlemleri
11	2812-3241		Değişik alanlar (çıplak toprak)
12	3254-3769		
13	3800-4425		
14	4451-5112		
15	5114-10,488		

Semboller; f : gübreleme, t: teras yapma, g: oyuntu oluşumu

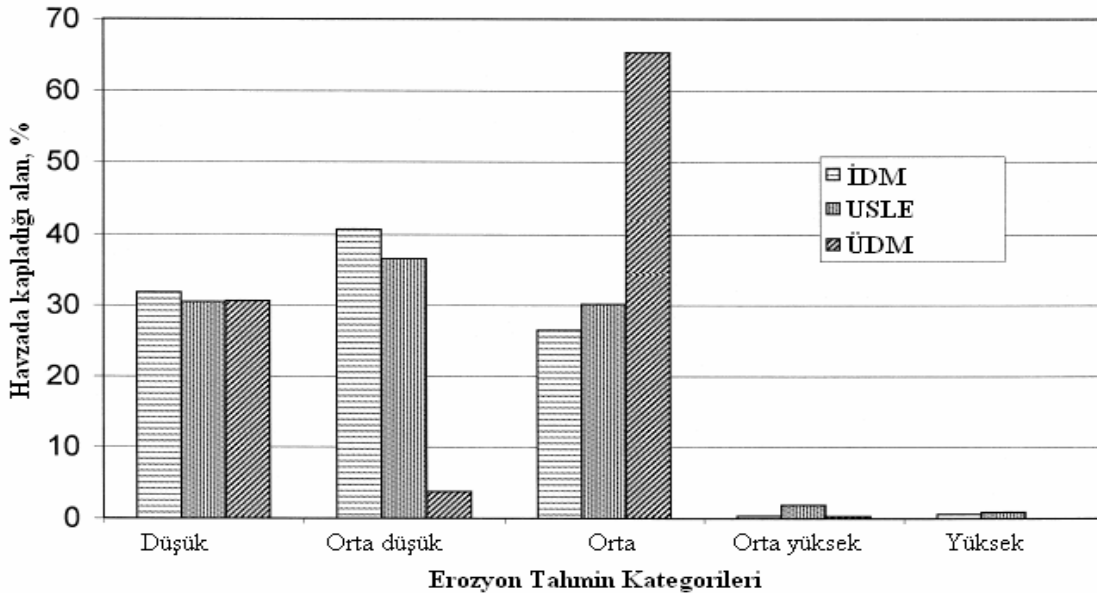
Çizelge 4. Toprak erozyonunun İDM ile tahminlenmesi için kural tabanları

Eğim açısı	Girdi değişkenleri		Çıktı değişkenleri	
	Arazi kullanımı		Tahminlenen toprak erozyonu	
Çok küçük	Mera		Düşük	
Çok küçük	Orman		Düşük	
Küçük	Mera		Orta	
Küçük	Orman		Düşük	
Orta	Mera		Orta yüksek	
Orta	Orman		Düşük	
Büyük	Mera		Orta yüksek	
Büyük	Orman		Orta düşük	
Çok büyük	Mera		Yüksek	
Çok büyük	Orman		Orta yüksek	

edilen sonuçlar Şekil 6’da gösterildiği gibi beş kategoride (1.düşük, 2.orta düşük, 3.orta, 4.orta yüksek ve 5.yüksek) değerlendirilebilir. GRASS isimli GIS programı kullanılarak elde edilen İDM ve ÜDM verileri ile USLE denklemi ile elde edilen veriler arasındaki ilişki Şekil 6’da görülmektedir. Şekil 6’da da görüleceği üzere girdi olarak arazi kullanımı ve eğimi kullanan İDM, beş kategorinin hepsinde, havzadaki erozyonu USLE’nin tahminine benzer şekilde tahminlemiştir. İDM ve USLE’nin sonuçlarının örtüşmekte, ÜDM’nin ise orta düşük ve orta derecede erozyonda USLE’den çok farklı değerler verdiğini göstermektedir. İDM ile USLE’nin sonuçlarının örtüşmesi, her iki modelin de girdi olarak aynı basit değişkenleri kullanmasına ve bu girdilerin doğasındaki bulanıklığa atfedilmiştir. Genel olarak bulanık mantık yöntemleri kullanılarak elde edilen sonuçlar USLE modeli kullanılarak elde edilen sonuçlar ile alansal bakımından uyumludur. Bu açıdan özellikle İDM ile USLE arasında kuvvetli derecede korelasyon görülmektedir. Özellikle bir alanın etüdü (survey) ile ilgili çalışmalarda İDM ekonomik kazançlar sağlayabilmektedir. Birkaç değişken kullanan bu model daima ucuz olmaktadır. Dahası İDM için girdi değişkenleri topoğrafik haritalardan, alansal fotoğraflardan ve/veya site verilerinden kolaylıkla edinilebilmektedir.

Çizelge 5. Toprak erozyonunun ÜDM ile tahminlenmesi için kural tabanları

K faktörü	Girdi değişkenleri		Çıktı değişkenleri
	Örtü faktörü	Eğim uzunluğu	Tahminlenen toprak erozyonu
Düşük	Orman	Düşük	Düşük
		Orta	Düşük
		Yüksek	Orta düşük
	Mera	Düşük	Orta düşük
		Orta	Orta
		Yüksek	Orta yüksek
Orta	Orman	Düşük	Orta düşük
		Orta	Orta
		Yüksek	Orta yüksek
	Mera	Düşük	Orta
		Orta	Orta yüksek
		Yüksek	Orta yüksek
Yüksek	Orman	Düşük	Orta düşük
		Orta	Orta düşük
		Yüksek	Orta yüksek
	Mera	Düşük	Orta
		Orta	Orta yüksek
		Yüksek	Yüksek



Şekil 6. İki bulanık model ve USLE modelinin çalışılan havzada tahminledikleri toprak erozyonu miktarlarının karşılaştırılması

## 6. SONUÇ

Model çözümler irdelendiğinde bazı modeller basit ve nitel özellikte iken toprakla ilişkili çalışmalarda kullanılan birçok matematiksel model kompleks yapı ve disiplinler arası niteliktedir. Kompleks modellerin sonucunu açıklamak çoğunlukla zordur ve gerçek koşullardaki toprakla ilişkili işlemleri yansıtmayabilir. Örneğin arazi değerlendirmesine ilişkin bir uygulama çalışması, kimya ve fiziğe dayalı bir *karar verme-gerçekleştirme* işlemidir, fakat hükümlerin sonuçlarını değerlendirebilmek için sosyal bilgiler ve kurumlara ait bilgiler de gerekmektedir. Bu nedenle toprak bilimindeki birçok model, modelleyicinin tercihler yapmasını zorlayıcı nitelikte çoklu, çoğunlukla çelişen ve çıktısı girdi verisini desteklemeyen özelliktedir.

Bulanık mantık yöntemlerini kullanmak, az sayıda değişkenle çalışılmak istendiği durumlarda, büyük bir havzadaki toprak erozyonu potansiyelini belirlemek için nispeten kolay bir yoldur. Saha çalışmalarının maliyeti surveyin ölçeğine bağlıdır. Bölgesel bir ölçekteki çalışma için oransal olarak kaba veri kümeleriyle çalışılacak olan pilot bir proje, alansal erozyon problemlerini belirlemeye yardımcı olabilir. Böylece problemler alanlar tanımlanıp dağılımları belirlenebilir. Bulanık mantık modelleri ile farklı çözünürlükteki veri kümelerine ait serilerinin kullanımı devamlı olarak problemler alanların alansal uzunluğunun daraltılmasına yardım eder. Böylece daha iyi veri kümeleri bütün bölge için değil spesifik problemler alanlar için gerekecektir. Daha sonra en iyi veri kümeleri ile problemler alanlar belirlenecek ve bu şekilde bütün alan çalışılmış olacaktır. Bu yaklaşım bütün bölgedeki potansiyel problemler alanların tanımlanması ve yerinin belirlenmesinde etkin bir maliyet azalması sağlayacaktır.

Herhangi bir çözünürlükte bulanık mantık temelli model uygulaması dijital ortamda sadece ucuz GIS paketlerini gerektirmesi nedeniyle göreceli olarak pahalı değildir. Geleneksel grid yöntemleri kullanılarak elde edilebilen eğim ve arazi kullanım/arazi örtüsü veri kümeleri, bulanık mantık temelli modeller ile kullanılabilir. Makul bir veri kümesi için pahalı GIS kurulumlarını satın almaya gerek yoktur, sade grafik paketler bulanık mantık temelli çıktılarını gösterebilir. Gelişmekte olan ülkelerdeki toprak erozyonu çalışmalarında bulanık mantık temelli modellerin kullanılması, büyük ölçüde ekonomik kazanç sağlamaktadır. Bulanık mantık temelli modellerin temel avantajı, pahalı dijital verilerden tam anlamıyla yararlanılamayan ucuz ve basit tekniklerin kullanılma zorunluluğu bulunan gelişmekte olan ülkelerde, özellikle toprak erozyon potansiyelinin survey keşifleri ile yapılmak istendiği durumlarda başarıyla kullanılabilir olmasıdır.

## 7. KAYNAKLAR

Akyürek, Z. and Okalp, K., 2006. A fuzzy-based tool for spatial reasoning: A Case study on soil hazard prediction. 7<sup>th</sup> International Symposium on Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources and Environmental Sciences. Edited by M. Caetano and

- M.Painho. 5-7 July, Lisbon, Portugal. URL:www.spatial-accuracy.org/2006/PDF/Akyurek2006accuracy.pdf. Son erişim: 21/05/2008.
- Baja, S., Chapman, D. M. and Dragovich, D., 2002. A conceptual model for defining and assessing land management units using a fuzzy modeling approach in GIS environment. *Environmental Management*, 29(5): 647-661.
- Banai, R., 1993. Fuzziness in geographical information systems: contributions from the analytical hierarchical process. *Int. J. Geogr. Inf. Syst.* 7: 315-329.
- Baykal, N. ve Beyan, T., 2004. Bulanık Mantık Uzman Sistemler ve Denetleyiciler. ISBN: 975-8695-09-6, Ankara.
- Bosworth, D. A., and Foster, A. B., 1972. *Approved Practices in Soil Conservation*. The Interstate Printers and Publishers, 1-22.
- Brule, F. C., 1985. Fuzzy systems – a tutorial. Source: Internet Newsgroups: comp.ai: URL:http://www.quadralay.com/www/Fuzzy/tutorial.html.
- Burrough, P. A., 1993. The technologic paradox in soil survey: new methods and techniques of data capture and handling. *ITC J.* 1: 15-30.
- Cohen, S., Svoray T. and Laronne, J. B., 2005. Catchment scale soil erosion modeling using GIS and soft computing techniques. URL: http://www.cosis.net/abstracts/EGU05/00676/EGU05-J-00676.pdf. Son erişim: 19/05/2008.
- Eastman, J. R., 1993. IDRISI V 4.1 update, Worcester, MA. Clark University Graduate School of Geography, US.
- Hacısalihioğlu, S., Kalay, H. Z ve Oktan, E., 2002. Toprak aşınımını (erozyonu) kantitatif olarak belirleyen modellerin değerlendirilmesi. *Su Havzalarında Toprak ve Su Kaynaklarının Korunması, Geliştirilmesi ve Yönetilmesi Sempozyumu*. Editör: S. Önder, 18-20 Eylül, Antakya. Kongre Kitabı ISBN: 975-7989-19-3, 379-384.
- Hacıyakupoğlu, S. ve Ertek, T. A., 2002. Erozyon araştırmalarında Cs-137 ve Pb-210 ölçümlerinin kullanılması ve Türkiye’de uygulanabilirliği. *Su Havzalarında Toprak ve Su Kaynaklarının Korunması, Geliştirilmesi ve Yönetilmesi Sempozyumu*. Editör: S. Önder, 18-20 Eylül, Antakya. ISBN: 975-7989-19-3, 396-401.
- Klein, L., 1999. *Sensor and Data Fusion Concepts and Applications*. SPIE Optical Engineering Press, Bellingham, WA.
- Kohli, A. and Khara, K. L., 2006. Evaluation of modeled of soil erodibility estimates using lab-scale simulated rainstorm in submountains region Northern India. 18<sup>th</sup> World Congress of Science, July 9-15, Philadelphia, Pennsylvania, USA. URL: http://crops.confex.com/crops/wc2006/techprogram/P12\_024.HTM. Son erişim: 21/05/2008.
- Korner, S., 1967. Laws of thought. In: *Encyclopedia of Philosophy*, Vol. 4. MacMillan, New York, 414-417.
- Lagacherie, P., Cazemier, D. R., vanGaans, P. F. M. and Burrough, P. A., 1997. Fuzzy k-means clustering of fields in an elementary catchment and exploration to large area. *Geoderma*, 77: 197-216.
- Lejewski, C., 1967. Jan Lkasiewicz. In: *Encyclopedia of Philosophy*, Vol. 4. MacMillan, New York, 104-107.
- McBratney, A. B. and Odeh, I. O. A., 1997. Application of fuzzy sets in soil science: Fuzzy logic, fuzzy measurements and fuzzy decisions. *Geoderma* 77: 85-113.

- Mendel, J. M., 1995. Fuzzy logic systems for engineering: A tutorial, *IEEE Proc.*, 83 (3): 345-377.
- Metternicht, G. I., 1997. Modelling soil erosion hazard by using a fuzzy knowledge based approach. URL: <http://ieeexplore.ieee.org/iel3/4810/13419/00615220.pdf?arnumber=615220>. Son erişim: 16/ 05/2008.
- Metternicht, G. and Gonzalez, S., 2005. FUERO: foundations of a fuzzy exploratory model for soil erosion hazard prediction. *Environmental Modelling & Software*, 20: 715-728.
- Mitra, B., Scott, H. D., Dixon, J. C. and McKimmey, J. M., 1998. Applications of fuzzy logic to the prediction of soil erosion in a large watershed. *Geoderma* 86: 183-209.
- Numatra, K., 1991. General Purpose Fuzzy Reasoning Library, Version 3.0. Tokyo University, Japan.
- Özdemir, N., 2002. Toprak ve Su Koruma. İkinci baskı, OMÜ Üniv. Yay. Zir. Fak. Ders Kitabı No: 22, Samsun.
- Özkan, E. M., 2001. Fuzzy Mantıkta Yaklaşık Usavurma ve Bir Probleme Uygulanması. Yıldız Teknik Ün. Fen Bil. Enst. Mat. Müh. Anabilim Dalı Doktora Tezi. ISBN: 975-461-119-X, İstanbul.
- Özkan, M. M., 2003. Bulanık Hedef Programlama. ISBN: 975 7338 958, Bursa.
- Şen, Z., 2001. Bulanık Mantık ve Modelleme İlkeleri. ISBN: 975-8509-23-3, İstanbul.
- Tayfur, G., Özdemir, S. and Singh, V. P., 2003. Fuzzy logic algorithm for runoff-induced sediment transport from bare soil surfaces. *Advances in Water Resources*, 26: 1249-1256.
- Tran, L. T., Ridgley, M. A., Duckstein, L. and Sutherland, R., 2002. Application of fuzzy logic-based modeling to improve the performance of the Revised Universal Soil Loss Equation. *Catena*, 47: 203-226.
- Van Zuidam, R. A., 1986. Aerial photo-interpretation in terrain analysis and geomorphologic mapping. Smits Publishers, The Netherlands, 442.
- Wang, F., Hall, G. and Subaryano. 1990. Fuzzy information representation and processing in conventional GIS software: database design and application. *Int. J. GIS* 4: 261-283.
- Westervelt, J., Shiporo, M. and Goran, W., 1989. GRASS: Geographical Resources Analysis Support System. US Army Corps of Engineers, Construction Engineering Research Laboratories, Champagne, IL, US.
- Zadeh, L. A., 1965. Fuzzy Sets. *Information and Control*, 8: 338-353.
- Zadeh, L. A., 1984. Making computers think like people. *IEEE Spectrum* August, 26-32.
- Zadeh, L. A., 2004. A note on web intelligence, world knowledge and fuzzy logic. *Data & Knowledge Engineering*. 50: 291-304.

## SÜT SIĞIRLARINDA MASTİTİS İLE SÜTÜN ELEKTRİKSEL İLETKENLİĞİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER

Savaş ATASEVER Hüseyin ERDEM  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Samsun

Sorumlu yazar: satasev@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 15.02.2008

Kabul Tarihi: 23.05.2008

**ÖZET:** Mastitis, bugün tüm dünyada süt sektörünün karşı karşıya bulunduğu en önemli sorunlardan biridir. Sütün elektriksel iletkenliği (EI); yüksek güvenilirliğe sahip olması ve mastitisle arasında orta-yüksek ilişki bulunması nedeniyle bu hastalığın belirlenmesinde özel bir önem taşımaktadır. Bu makalede mastitisin etki mekanizması hakkında özlü bilgiler verilerek, EI ve mastitis arasındaki ilişkiler üzerinde durulmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Mastitis, Elektriksel iletkenlik, Süt sığı

### RELATIONSHIPS BETWEEN MASTITIS AND ELECTRICAL CONDUCTIVITY OF RAW MILK IN DAIRY COWS

**ABSTRACT:** Today, mastitis is one of the most important problems for dairy industry worldwide. Because of its high reliability and medium-high correlation with mastitis, electrical conductivity of milk (EC) has been regarded a special importance to detect this disease. In this paper, functional mechanism of mastitis was mentioned briefly and relationships between EC and mastitis were discussed.

**Key Words:** Mastitis, Electrical conductivity, Dairy cow

#### 1. GİRİŞ

Sığı varlığı bakımından AB ülkeleri içinde 3., dünyada ise 27. sırada olan ülkemizde (Günaydın, 2007), süt üretimi içinde sığın payı her geçen yıl artış göstermektedir. 2005 yılı verilerine göre yaklaşık 4 milyon baş sağmal inekten 10 milyon ton süt elde edilmekte, bu miktar toplam üretilen sütün %90.26'sını oluşturmaktadır (Anonim, 2005). Buna karşın, bugün Türkiye'de, çoğu ülkedeki gibi tarımsal ekonominin geniş ve dinamik bir işkolunu oluşturan süt endüstrisinin ve süt sığı yetiştiricilerinin karşı karşıya kaldığı sorunların en başında "Mastitis" gelmektedir. Öyle ki; yalnızca ABD'nde mastitis nedeniyle meydana gelen yıllık zararın 185 \$/inek olmak üzere (Schroeder, 1997), toplam 2 milyar dolar (Sugimoto ve ark., 2006); İngiltere'de ise 300 milyon sterlin olduğu tahmin edilmektedir (Hillerton ve Berry, 2005). Ülkemizde mastitisten kaynaklanan yıllık ekonomik zararın 41.5 milyon YTL dolayında olduğu, buna karşın etkin bir mastitis kontrol programı için harcanan her 1 YTL'nin 5 YTL olarak üreticiye geri döneceği düşünüldüğünde (Tekeli, 2005), mastitise yol açan etmenlerin bilinmesi ve gerekli önlemlerin alınmasını; kaliteli süt üretiminin önündeki engellerin aşılmasında en önemli adımlar olarak değerlendirmek mümkündür.

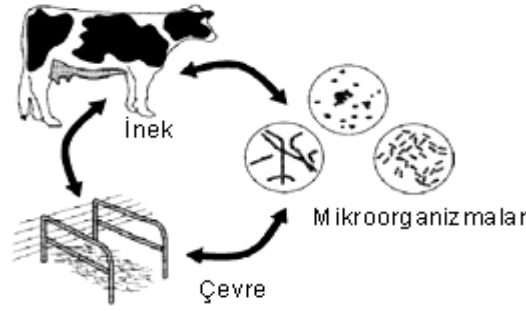
Bu makalede, süt sığırcılığı açısından en önemli sorun olarak görülen mastitisin etkileri üzerinde durularak, bu hastalığın tespitinde parametre olarak sütün elektriksel iletkenliği (EI) değerlerinden yararlanabilme olanakları tartışılacaktır.

#### 2. MASTİTİS VE MEKANİZMASI

Yunanca meme anlamına gelen "Mastos" ve yangı

anlamına gelen "İtis" sözcüklerinin birleşmesinden meydana gelen "Mastitis" hastalığının ortaya çıkış tarihi tam olarak bilinmemekle birlikte, insanoğlunun ineği evcilleştirdiği tarih olarak bilinen M.Ö. 9000 yılından başlayıp günümüze kadar ulaşan ve süt ineği yetiştiriciliğinde önemli ekonomik kayıplara yol açan bir hastalık olduğunu söylemek mümkündür (Kesenkaş, 1999). Polimikrobiyal etiyojolojiye sahip bir hastalık olan mastitise yol açan 100'ün üzerinde mikroorganizma olduğu bilinmekte (Schroeder, 1997; Bradley, 2002) ve bunlar çevrede, ineğin kıllarında, derisinde ve meme kanallarında bulunmaktadır. Enfeksiyona yol açan mikroorganizmaların yaklaşık %95'ini *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus uberis* ve *Escherichia coli*, %5'ini ise diğer mikroorganizmalar oluşturmaktadır (Bray ve Shearer, 1994).

İneklerde mastitisin ortaya çıkmasındaki hazırlayıcı faktörler Şekil 1'de görüldüğü üzere; ineğe ilişkin olanlar, bakım ve çevre faktörleri ile sağım süreci olarak gruplandırılabilir. İneğe bağlı olanlar; ırk ve kalıtım, yaş ve laktasyon sayısı, meme yapısı, süt verimi, laktasyon dönemi, immun sistemin gücü, meme ve meme başındaki lezyonlar ile sağım kolaylığı olarak sıralanabilir. Bakım ve çevre unsurları; mikroorganizmalar, çevre, ahır düzeni ve koşulları, zemin ve altlıklar, bağlanma şekli, beslenme, egzersiz ve mevsimin etkisi olarak değerlendirilebilir. Sağım süreci ise; sağım öncesi uyarma, sağım hijyeni ve tekniği, sağım makinasının sorunları ve sağımıcının deneyimi gibi faktörlerden oluşmaktadır (Balık, 1998).



Şekil 1. İnek ve çevre arasındaki mastitis döngüsü (Schroeder, 1997)

Mastitis enfeksiyonları genellikle 3 formda görülmektedir:

*Latent enfeksiyon* olarak bilinen enfeksiyon türünde hiçbir yangı belirtisi olmayıp, sütteki somatik hücre sayısı (SHS) normal düzeydedir. Patojen mikroorganizma bulunmasına rağmen memede patolojik bir değişiklik görülmez. Sütün özelliklerinde de belirgin bir farklılık yoktur.

İkinci enfeksiyon şekli *subklinik mastitis* olarak bilinir. Tüm mastitis olgularının yaklaşık %90-95'ini oluşturur. Yüksek SHS'na ek olarak patojen mikroorganizmalar da bulunur. Bu tür mastitis enfeksiyonları, klinik belirti göstermeksizin gelişir. Uzun süreli olan subklinik mastitis, klinik formdakine oranla 40 kat fazla görülür ve çoğunlukla klinik mastitise öncülük eder (Kesenkaş, 1999).

Üçüncü sırada yer alan *klinik mastitis* ise sütte ve memede meydana gelen anormal değişiklikler ile teşhis edilebilir. Meme sert, kızarıklık ve ateşlidir. Sütteki pıhtı, ipliksi ve sulu oluşumlar *strip cup* testi ile gözlelenebilir. İneğin enfeksiyona verdiği en önemli yanıt, beyaz kan hücrelerinin (lökositlerin) kandan enfeksiyon bölgesine ulaşmasıdır. Süt sulu veya kendine özgü renginden uzak (genelde kahverengi ya da kehribar rengi) görünümde olup, pıhtı ve flakonlar içerir. Şiddetli klinik olgularda enfekte olmuş loblar

şişerek ateşli, sert ve dokunmaya karşı hassas bir hal alır. Ayrıca hasta inekler depresyon, sinirli davranışlar ve iştahtan düşme gibi hastalık belirtileri gösterirler.

Süt sığırlarında yüksek süt verimi ile yüksek yağ/protein oranları, mastitis açısından risk oluşturmaktadır (Van Dorp ve ark., 1998; Rupp ve Boichard, 2000; Ingvarstsen ve ark., 2003; Windig ve ark., 2005). Yüksek verimli Holstein Fresian ineklerinin sütleri; su (%87), yağ (%3.8), protein (%3.4), şeker (%4.5) ve mineral (%1.3) gibi maddelerden oluşmakla birlikte, vücuttan yıpranarak kopan epitel hücre ve beyaz kan hücreleri gibi minör bileşenleri de içermektedir (Ruegg, 2001). Mastitis etmeni patojenin yol açtığı enfeksiyon, salgı hücrelerinin zarar görmesine ve dolayısıyla laktoz, yağ ve protein sentezinin azalmasına yol açmaktadır. Klinik ve subklinik enfeksiyonlar hücre zarlarının geçirgenliğini artırmakta ve kanın bileşenlerinin süt içine sızmasına neden olarak süt ve mamullerinin nitelik ve niceliğini olumsuz yönde etkilemektedir (Ruegg, 2001). Enfeksiyon, süt veriminde azalmaya yol açtığından, mastitisle süt verimi arasında negatif ilişki söz konusudur (Windig ve ark., 2005). Mastitis nedeniyle sütün verim ve bileşiminde meydana gelen temel değişimler Çizelge 1'de görülmektedir.

Çizelge 1. Mastitis nedeniyle sütün verim ve bileşiminde meydana gelen değişimler (Pyöralä, 2003)

Azalma	Değişim düzeyi	Artma	Değişim düzeyi
Süt üretimi	- (- -)	Somatik hücre sayısı	+++
Kuru madde	-	Serum albumin	+
Laktoz	-	İmmunoglobulinler	+++
Yağ	-	$\kappa$ kazein	+(+)
Uzun zin. yağ asit.	-	Proteaz peptonlar	++
$\alpha_{s1}$ kazein	--	Serbest yağ asitleri	++
$\beta$ kazein	---	Kısa zincirli yağ as.	+
$\alpha$ laktalbumin	-	Na	++
$\beta$ laktoglobulin	---	Cl	++
Ca	---	Laktat	+++
Mg	---	<i>Enzim Aktivasyonu</i>	
P	---	Lipaz	++
Zn	-	Lizozom	+++
K	-	NAGase	+++
		$\beta$ glikronidaz	+++
		Plazmin	+++

Mastitisin süt ineklerinde meydana getirdiği diğer önemli kayıplar; sütün ürüne işlenmesindeki güçlükler, lezzet ve raf ömründe azalma (Skrzypek ve ark., 2004), ineklerin üreme performansındaki olumsuzluklar (Miller ve ark., 2001; Schrick ve ark., 2001; Santos ve ark., 2004), fazladan işgücü ve tedavi masrafları (Tsenkova ve ark., 2001), süte ilaç kalıntılarının geçmesi nedeniyle atılan süt (Shim ve ark., 2004; Hillerton ve Berry, 2005; Windig ve ark., 2005), sürü ayıklama oranındaki artış (Seegers ve ark., 2003; Carlén ve ark., 2004), sürü yenilenmesinde kullanılacak düveler için yapılan masraflar (Pösö ve Mäntysaari, 1996), yavru atma oranındaki artış (Santos ve ark., 2004), hayvan refahının olumsuz yönde etkilenmesi (Windig ve ark., 2005) ve ölüm oranındaki artış (Bradley ve Green, 2001) olarak gösterilebilir. Mastitis olgusuna bağlı olarak sütün nitelik ve niceliğindeki oransal değişimler Çizelge 1’de verilmiş olup; SHS, immunoglobulin ve enzim düzeylerinde yüksek bir artış, bazı bileşenlerdeki ve en önemlisi, süt verimindeki düşme dikkati çekmektedir.

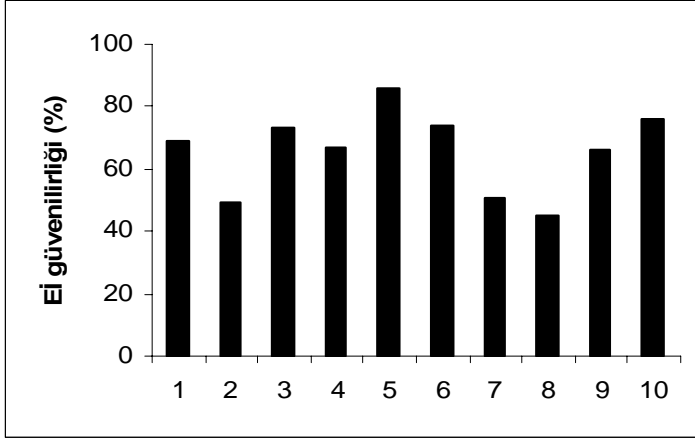
### 3. SÜTÜN ELEKTRİKSEL İLETKENLİĞİ VE MASTİTİS

“Meme bezinin yangısı” olarak da bilinen mastitisin belirlenmesinde Kaliforniya Mastitis Testi (CMT) (Sargeant ve ark., 2001), Whiteside testi, enzim (katalaz, NAGase, vb.), laktoz, kazein, SHS, sütün akış hızı ve elektriksel iletkenliğinin belirlenmesi (Bramley, 1991; Pyörälä, 2003), Wisconsin mastitis testi (WMT) (Bodoh ve ark., 1981), pH testi (Tsioulpas ve ark., 2007), Resazurin testi, Coagulase (+), bakteri testi, süte yağsız madde tayinleri (Kobayashi, 1978) ile Bernburg ve Antiformin (Filev ve Kabaivanov, 1980) gibi dolaylı yöntemler kullanılmaktadır.

Bu yöntemlerden elektriksel iletkenlik (Eİ); 1940’ların başında, mastitisin belirlenmesinde kullanılmaya başlanmıştır. İki elektrolit arasındaki elektriğin iletilmesini sağlayan çözeltinin ölçümünü ifade eden *elektriksel iletkenlik*, genelde mS/cm olarak belirtilmektedir (Hillerton ve Walton, 1991). Sütte bulunan en önemli anyon ve katyonlar Na, Cl ve K olup, Eİ’nin belirlenmesinde önemli işlevlere sahiptirler. Meme enfeksiyonları sırasında salgı hücrelerinin bazo-lateral membranları Na’u hücre dışı sıvıya pompalarken K’u hücre içerisine almakta, yani Na ve K, salgı hücreleri ile süt arasında pasif olarak aktarılmaktadır. Na/K oranı hücre dışı sıvılar ve kanda 3/1, hücre içi sıvılar ve sütte ise 1/3 düzeyindedir. Kan ve hücre içi sıvılardaki Cl yoğunluğu süttekine göre daha yüksek değerde olup, meme kanalları, iyon ve laktozu geçirmeyen bir yapıya sahiptir (Nielen ve ark., 1992). Epitel hücrelerdeki sıkı bağların zayıflamasıyla Na ve Cl süt içine, laktoz ve K ise osmotik basıncın sağlanabilmesi için hücre dışı sıvılara doğru hareket etmektedirler. Salınan iyon yoğunluğu kan damarlarının geçirgenliğini artırmakta, aktif iyon taşıma sisteminin

işleyişini de bozmaktadır (Špauskas ve ark., 2006). Böylelikle inek, meme içi enfeksiyonla karşılaştığında sütteki Na ve Cl iyonlarındaki artış nedeniyle sütteki Eİ değerleri de artmaktadır (Nielen ve ark., 1992; Bruckmaier ve ark., 2004; Norberg, 2005). Çiğ süt sıcaklığıyla arasında doğrusal ilişki bulunan (Špauskas ve ark., 2006) Eİ değerleri üzerine; mastitisin yanında ırk, laktasyon sayısı, laktasyon dönemi, meme lobu, sağım aralığı, sütün bileşimi, günlük değişimler, kızgınlık, hastalıklar, beslenme düzeyi ve işletmeye ait faktörler etkili olmaktadır (Nielen ve ark., 1992, Norberg, 2005; Špauskas ve ark., 2006). Örneğin, süt yağının yoğunluğundaki artış, Eİ değerlerini azaltırken, sağım aralığının uzaması, Eİ düzeyinin yükselmesine yol açmaktadır. Ayrıca arka meme loblarına ait Eİ değerlerinin ön loblardakine göre (Cavero ve ark., 2006), ilk süt örneklerine ait Eİ değerlerinin, sağımın ortalarında alınan süt örneklerine göre (Nielen ve ark., 1992) ve sabah sağımlarındaki sütlerin, akşam sağımlarında alınan süt örneklerine göre daha yüksek Eİ değerlerine sahip olduğu bildirilmektedir (Fernando ve ark., 1982). Sağlıklı ineklere ait sütlerin 25 °C’deki Eİ değerleri 4-5.5 mS/cm olarak bildirilirken, 6.0 mS/cm’nin üzerindeki değerler, meme bezlerinde patolojik oluşumları akla getirmekte (Nielen ve ark., 1992; Špauskas ve ark., 2006), Eİ değerlerindeki 1mS/cm’lik artış, 0.88 kg/gün düzeyinde azalmaya yol açmaktadır (Nielen ve ark., 1993). İşletmelerde mastitisin belirlenmesinde kullanılan bir diğer güvenilir parametre olan ve Eİ ile arasında pozitif ilişki bulunan (Sloth ve ark., 2003) SHS kayıtlarının tutulma oranının düşüklüğü, SHS ve bakteriyolojik testlerin fazladan masraf ve işgücü gerektirmesi gibi nedenler, daha ucuz ve kolay kaydedilebilir yöntem olan Eİ ölçümlerine yönelim seçeneğini ortaya çıkarmıştır (Shaldrake ve ark., 1983). Eİ değerleri pratik el cihazları (Seguya ve Mansell, 2000) veya sağım hattına kurulan düzenek yardımıyla ölçülebilmektedir (Pyörälä, 2003). Sağım tesisine kurulan (*on line*) cihazlar ile laboratuvar ölçüm değerleri arasında 0.86 düzeyinde yüksek korelasyonun bulunması (Nielen ve ark., 1992), işletmelerdeki ineklere ait süt Eİ değerlerindeki değişimlerin kolay ve hızlı bir şekilde izlenebilmesini ve olası mastitis riskleri azaltılabilmesini sağlamaktadır. Bununla birlikte, Lansbergen ve ark. (1994), yarı optimal test özelliklerine sahip prototip *on line* sistemlerinin subklinik mastitisin saptanmasındaki etkinliklerinin düşük olduğunu bildirmektedirler. Norberg ve ark., (2004a) ise, mastitisli meme loblarından alınan süt örneklerindeki Eİ değerleri her zaman yüksek düzeye ulaşmasa da, bu loblardaki Eİ değerleri arasındaki dalgalanmanın, sağlıklı loblardaki Eİ değerlerindeki göre oldukça yüksek olduğunu vurgulamaktadırlar. Bu durumun, mastitisli loblardan alınan sütlerin akışkanlığını etkileyen fiziksel değişimlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Eİ değerlerinin güvenilirliğine ilişkin bazı araştırmacıların bulgularına ilişkin grafik, Şekil 2’de





Şekil 2. Eİ değerlerinin güvenilirliğine ilişkin bazı çalışma sonuçları

sunulmuştur. Şekil 2'den, Eİ değerlerinin mastitisin belirlenmesinde kullanım güvenliğinin dalgalı bir seyir izlemekle birlikte, belli bir eşik düzeyinin üzerinde olduğu görülmektedir. Bu bulgular, süt sığırı yetiştiricilerine, mastitisin saptanmasında sütün Eİ değerlerinden yararlanabilme olanağı sunmaktadır. Nitekim, yapılan çoğu araştırma sonucunda da (Ferrero ve ark., 2002; Norberg ve ark., 2004b; Norberg, 2005; Norberg ve ark., 2006; Špauskas ve ark., 2006) Eİ ile mastitis arasında 0.50 ile 0.99 arasında orta- yüksek korelasyonların tespit edilmiş olması, bu düşüncüyü destekler niteliktedir.

#### 4. SONUÇ

İşletmelerde kârlı bir yetiştiricilik faaliyetinin sürdürülebilmesini, hayvanların verim düzeylerinin yakından izlenerek, gerekli önlemlerin alınmasıyla ilişkilendirmek mümkündür. Bu bağlamda, günlük Eİ ölçümlerinin yapılarak sağmal ineklerin verimlerinin yakından izlenmesini, ekonomik verimliliğin artırmasını yönünde önemli bir adım olarak görmek olasıdır. Rutin olarak ölçülen ve düzenli kayıt altına alınan Eİ değerlerinden, mastitise karşı uygulanacak ulusal ıslah programlarında etkin bir seleksiyon vasıtası olarak yararlanılabileceği açıktır. Bununla birlikte, özellikle yüksek SHS'na sahip ineklerde Eİ değerlerinin yalnız başına bir seleksiyon ölçütü olarak kullanımından kaçınılması, seleksiyonun başarısını artıracak önemli bir faktör olarak değerlendirilebilir.

#### 5. KAYNAKLAR

Anonim, 2005. Türkiye İstatistik Kurumu. Bölgesel İstatistikler. [http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab\\_=141](http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_=141) [Ulş. Tar.: 09.10.2007]

Balık, M. Z., 1998. Köy Koşullarında İnek Mastitislerinin Yıl İçinde Dağılımları. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Ens., Ankara, 35 s.

Bansal, B. K., Hamann, J., Grabowskit, N. T. and Singh, K. B., 2005. Variation in the composition of selected milk fraction samples from healthy and mastitic quarters, and its significance for mastitis diagnosis. *J. Dairy Res.* 72 (2): 144-152.

1. Gebre-Egziabher ve ark. (1979)
2. Shaldrake ve Hoare (1981)
3. Sheldrake ve ark. (1983)
4. Chamings ve ark. (1984)
5. Fernando ve ark. (1985)
6. Barth ve Worstorff (2003)
7. Mansell ve Seguya (2003)
8. Norberg ve ark. (2004a)
9. Singh ve Bansal (2004)
10. Bansal ve ark. (2005)

Barth, K. and Worstorff, H., 2003. Monitoring of quarter health status by periodic milk conductivity measurement: a useful management tool in dairy herds. 5 th International Dairy Housing Proceedings of the 29-31 January 2003 Conference. FortWorth, Texas, USA.

Bodoh, G. W., Pearson, R. E., Schultze, W. D. and Miller, R. H., 1981. Variation in Wisconsin Mastitis Test Scores of bucket milk samples and relationship to bacterial infections. *J. Dairy Sci.* 64 (1): 123-129.

Bradley, A. J., 2002. Bovine mastitis: An evolving disease. *The Veterinary Journal.* 164: 116-128.

Bradley, A. J. and Green, M. J., 2001. Aetiology of clinical mastitis in six Somerset dairy herds. *Vet. Rec.* 148 (22): 683- 686.

Bramley, A. J., 1991. Mastitis: Physiology or pathology? *Flemish Veterinary Journal.* 62 (1): 3-11.

Bray, D. R. and Shearer, J. K., 1994. Milking machine and mastitis control handbook. University of Florida, Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences. Circular: 1136.

Bruckmaier, R.M., Weiss, D., Wiedemann, M., Schmitz, S. and Wendl, G., 2004. Changes of physicochemical indicators during mastitis and the effects of milk ejection on their sensitivity. *J. Dairy Res.* 71(3): 316-321.

Carlén, E., Strandberg, E. and Roth, A., 2004. Genetic parameters for clinical mastitis, somatic cell score, and production in the first three lactations of Swedish Holstein cows. *Journal of Dairy Sci.* 87: 3062-3070.

Cavero, D., Tölle, K. H., Buxadé, C., Krieter, J., 2006. Mastitis detection in dairy cows by application of fuzzy logic. *Livestock Sci.* 105: 207-213.

Chamings, R.J., Murray, G. and Booth, J.M., 1984. Use of conductivity meter for the detection of subclinical mastitis. *Vet. Rec.* 114 (10): 243-5.

Fernando, R.S., Spahr, S.L. and Jaster, E.H., 1985. Comparison of electrical conductivity of milk with other indirect methods for detection of subclinical mastitis. *J. Dairy Sci.* 68 (2): 449-456.

Fernando, R.S., Rindsig, R.B. and Spahr, S.L., 1982. Electrical conductivity of milk for detection of mastitis. *J. Dairy Sci.* 65: 659-664.

Ferrero, F. J., Grillo, G., Pérez, M. A., Antón, J. C. and Campo, J. C., 2002. Design of a low cost mastitis detector in cows by measuring electrical conductivity of milk. *IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference.* 21-23 May 2002. Anchorage, AK, USA.

- Filev, F. and Kabaivanov, S., 1980. Indirect methods of determining the amount of cellular elements in bulk cow's milk. *Vet. Med. Nauki*. 17 (9-10):19-24.
- Gebre-Egziabher, A., Wood, H. C., Robar, J. D. and Blankenagel, G., 1979. Evaluation of automatic mastitis detection equipment. *J. Dairy Sci.* 62 (7): 1108-1114.
- Günaydın, G., 2007. Türkiye Süt Sığırcılığı Sektörünün Ekonomik ve Politik Analizi. Türkiye Süt Sığırcılığı Kurultayı (25-26 Ekim 2007). E.Ü. Ziraat Fak. Zootekni Bölümü, Bornova-İzmir.
- Hillerton, J.E. and Walton, A.W., 1991. Identification of subclinical mastitis with a hand-held electrical conductivity meter. *Vet. Rec.* 128(22): 513-515.
- Hillerton, J. E. and Berry, E. A., 2005. Treating mastitis in the cow—a tradition or an archaism. *Journal of Applied Microbiology*. 98: 1250-1255.
- Ingvartsen, K.L., Dewhurst, R. J. and Friggens, N. C., 2003. On the relationship between lactational performance and health: is it yield or metabolic imbalance that cause production diseases in dairy cattle? A position paper. *Livest. Prod. Sci.* 83: 277-308.
- Kesenkaş, H., 1999. İzmir İli ve Çevresinde Seçilen Pilot İşletmelerde Mastitisin Belirlenmesi ve Süt Kalitesine Etkisi Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 93 s.
- Kobayashi, Y., 1978. Simplified resazurin rennet test for diagnosis of mastitis. *J. Dairy Sci.* 61(5): 592-595.
- Lansbergen, L. M. T. E., Nielen, M., Lam, T. J. G. M., Pengov, A., Schukken, Y. H., 1994. Evaluation of a prototype on-line electrical conductivity system for detection of subclinical mastitis. *J. Dairy Sci.* 77: 1132-1140.
- Mansell, P. D. and Seguya, A., 2003. The use of a hand-held conductivity meter for the diagnosis of subclinical mastitis in dairy cows during late lactation. *New Zealand Vet. J.* 51(1): 21-25.
- Miller, R.H., Clay, J.S. and Norman, H.D., 2001. Relationship of somatic cell score with fertility measures. *J. Dairy Sci.* 84: 2543-2548.
- Nielen, M., Deluyker, H., Schukken, Y.H. and Brand, A., 1992. Electrical conductivity of milk: measurement, modifiers, and meta analysis of mastitis detection performance. *J. Dairy Sci.* 75: 606-614.
- Nielen, M., Schukken, Y.H., Van De Broek, J., Brand, A., Deluyker, H. A. and Maatje, K., 1993. Relations between on-line electrical conductivity and daily milk production on a low somatic cell count farm. *J. Dairy Sci.* 76: 2589-2596.
- Norberg, E., Hogeveen, H., Korsgaard, I.R., Friggens, N.C., Sloth, K.H.M.N. and Løvendahl, P., 2004a. Electrical conductivity of milk: Ability to predict mastitis status. *J. Dairy Sci.* 87: 1099-1107.
- Norberg, E., Ødegard, J. and Madsen, P., 2004b. Comparison of variance components for test-day electrical conductivity of milk and test-day somatic cell score for first lactation cows in an experimental herd. *Acta Agriculturae Scan. Section A- Animal Sci.* 54 (4): 181-186.
- Norberg, E., 2005. Electrical conductivity of milk as a phenotypic and genetic indicator of bovine mastitis: A review. *Livestock Production Sci.* 96: 129-139.
- Norberg, E., Rogers, G. W., Odegard, J. B., Cooper, J. B. and Madsen, P., 2006. Short communication: genetic correlation between test-day electrical conductivity of milk and mastitis. *J. Dairy Sci.* 89 (2): 779-781.
- Pösö, J. and Mäntysaari, E.A., 1996. Relationships between clinical mastitis, somatic cell score, and production for the first three lactations of Finnish Ayrshire. *J. Dairy Sci.* 79: 1284-1291.
- Pyörälä, S., 2003. Indicators of inflammation in the diagnosis of mastitis. *Vet. Res.* 34 (5): 565-578.
- Ruegg, P., 2001. Milk secretion and quality standards. *Dairy Updates. Milking and Milk Quality*, No: 404. The Babcock Institute, University of Wisconsin.
- Rupp, R. and Boichard, D., 2000. Relationship of early first lactation somatic cell count with risk of subsequent first clinical mastitis. *Livestock Production Sci.* 62: 169-180.
- Santos, J. E., Cerri, R. L., Ballou, M. A., Higginbotham, G. E. and Kirk, J. H., 2004. Effect of timing of first clinical mastitis occurrence on lactational and reproductive performance of Holstein dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 80 (1-2): 31-45.
- Sargeant, J.M., Leslie, K.E., Shirley, J.E., Pulkrabek, B.J. and Lim, G.H., 2001. Sensivity and specificity of somatic cell count and California Mastitis Test for identifying intramammary infection in early lactation. *J. Dairy Sci.* 84(9): 2018-2024.
- Schrack, F.N., Hockett, M.E., Saxton, A.M., Lewis, M.J., Dowlen, H.H. and Oliver, S.P., 2001. Influence of subclinical mastitis during early lactation on reproductive parameters. *J. Dairy Sci.* 84: 1407-1412.
- Schroeder, J.W., 1997. Mastitis control programs: Bovine mastitis and milking management. North Dakota State University Extension Service. AS-1129 (April 1997).
- Seegers, H., Fourichon, C. and Beaudeau, F., 2003. Production effects related to mastitis and mastitis economics in dairy cattle herds. *Vet. Res.* 34: 475-491.
- Seguya, A.G. and Mansell, P.D., 2000. An evaluation of a hand-held electrical resistance meter for the diagnosis of bovine subclinical mastitis in late lactation under Australian conditions. *Aust. Vet. J.* 78 (9): 608-611.
- Sheldrake, R.F. and Hoare, R. J., 1981. The detection of mastitis in individual quarters using electrical conductivity or somatic cell concentration. *New Zealand Vet. Journal.* 29 (11): 211-213.
- Sheldrake, R.F., Hoare, R.J. and McGregor, G.D. 1983. Lactation stage, parity, and infection affecting somatic cells, electrical conductivity, and serum albumin in milk. *J. Dairy Sci.* 66(3): 542-547.
- Shim, E. H., Shanks, R. D. and Morin, D. E., 2004. Milk losses and treatment costs associated with two treatment protocols for clinical mastitis in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87: 2702-2708.
- Singh, S. and Bansal, B. K., 2004. Variation in selected components of milk among different milk fractions and its relevance to diagnosis of mastitis in buffaloes. *Buffalo Journal.* 3: 213-2124.
- Skrzypek, R., Wójtowski, J. and Fahr, R. D., 2004. Factors affecting somatic cell count in cow bulk tank milk- A case study from Poland. *J. Vet. Med. Series A* 51: 127-131.
- Sloth, K. H. M. N., Friggens, N. C., Løvendahl, P., Andersen, P. H., Jensen, J., Ingvartsen, K. L., 2003. Potential for improving description of bovine udder health status by combined analysis of milk parameters. *J. Dairy Sci.* 86: 1221-1232.
- Sugimoto, M., Fujikawa, A., Womack, J. E. and Sugimoto, Y., 2006. Evidence that bovine forebrain embryonic zinc finger-like gene influences immune response associated with mastitis resistance. *Proceedings of the National Academy of Sciences Online.* 103 (17): 6454-6459.
- Špauskas, V., Klimiene, I. and Matusevičius, A., 2006. A comparison of indirect methods for diagnosis of

### **Süt sığırlarında mastitis ile sütün elektriksel iletkenliği arasındaki ilişkiler**

- subclinical mastitis in lactating dairy cows. Vet. Arhiv. 76 (2): 101- 109.
- Tekeli, T., 2005. Mastitis. AB Sürecinde Kaliteli Süt Üretimi ve Somatik Hücre Sayısı. Güzeliş Matbaası, Konya. s: 19-35.
- Tsenkova, R., Atanassova,S., Kawano, S. and Toyoda, K., 2001. Somatic cell count determination in cow's milk by near-infrared spectroscopy: a new diagnostic tool. J. Anim. Sci.79(10): 2550-2557.
- Tsioulpas, A., Lewis, M. J., Grandison, A. S., 2007. A study of the ph of individual milk samples. Int. Journal of Dairy Technology. 60 (2): 96-97.
- Van Dorp, T. E., Dekkers, J. C. M., Martin, S. W. and Noordhuizen, J. P. T. M., 1998. Genetic parameters of health disorders, and relationships with 305-day milk yield and conformation traits of registered Holstein cows. Journal of Dairy Sci. 81: 2264-2270.
- Windig, J. J., Calus, M. P. L., De Jong, G. and Veerkamp, R. F., 2005. The association between somatic cell count patterns and milk production prior to mastitis. Livestock Production Sci. 96: 291- 299.