



**YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
DERGİSİ**

**JOURNAL OF THE GRADUATE SCHOOL OF  
SCIENCE OF UNIVERSITY OF YÜZÜNCÜ YIL**

**YIL / YEAR: 1999**

**CİLT / VOLUME:6, SAYI / NUMBER:1**

**VAN / TURKEY**



ISSN 1300-5413

**YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
DERGİSİ**

**JOURNAL OF THE GRADUATE SCHOOL OF  
SCIENCE OF UNIVERSITY OF YÜZÜNCÜ YIL**

**YIL/YEAR:1999**

**CİLT /VOLUME:6, SAYI/NUMBER: 1**

**Van/TURKEY**



SAHİBİ (OWNER)  
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ADINA

**Doç.Dr. Hayrettin OKUT**

**Yayın Kurulu (Editorial Board)**

Doç.Dr. Hayrettin OKUT (Editor)  
Prof.Dr. Fırat CENGİZ  
Prof.Dr. Bekir TİLEKLİOĞLU  
Doç.Dr. Işık TEPE  
Yrd.Doç.Dr. Naciye Gülkız ŞENLER  
Yrd.Doç.Dr. Bünyamin YILDIRIM

**Bilimsel Danışma Kurulu (Advisory Board)**

Prof.Dr. Serdar KORA	Ege Üniversitesi Mühendislik Fak.	İZMİR
Prof.Dr. Mehmet Tekin BABAÇ	İzzet Baysal Üniversitesi Fen.Ed.Fak.	BOLU
Prof.Dr. Nimet ÖKTEM	Ege Üniversitesi Fen Fak.	İZMİR
Prof.Dr. Altan ŞAHİN	Ege Üniversitesi Ziraat Fak.	İZMİR
Prof.Dr. İsmet ARICI	Ege Üniversitesi Ziraat Fak.	İZMİR
Prof.Dr. Hüseyin ERBİL	Ege Üniversitesi Fen Fak.	İZMİR
Prof.Dr. Remzi ENGİN	Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen-Edb. Fak.	VAN
Prof.Dr. Fevzi KÖKSAL	19 Mayıs Üniversitesi Fen-Edb. Fak.	SAMSUN
Prof.Dr. Mustafa KAYMAKÇI	Ege Üniversitesi Ziraat Fak.	İZMİR
Prof.Dr. Fırat CENGİZ	Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fak.	VAN
Prof.Dr. Mehmet ERTUĞRUL	Ankara Üniversitesi Ziraat Fak.	ANKARA
Prof.Dr. Adil GÜNER	İzzet Baysal Üniversitesi Fen-Edeb.Fak.	BOLU
Prof.Dr. Şinasi YILDIRIM	Hacettepe Üniversitesi Fen Fak.	ANKARA
Prof.Dr. Fikret İKİZ	Ege Üniversitesi Mühendislik Fak.	İZMİR
Prof.Dr. Fikret GÜRBÜZ	Ankara Üniversitesi Fen Fak.	ANKARA
Prof.Dr. Fahrettin GÜCÜN	Fatih Üniversitesi Fen-Edebiyat Fak.	İSTANBUL
Prof.Dr. Kaya BOZTOK	Ege Üniversitesi Fen Fak.	İZMİR
Prof.Dr. Oktay ERDOĞAN	Ege Üniversitesi Ziraat Fak.	İZMİR
Doç.Dr. Abdullah BAYRAM	Kırıkkale Üniversitesi Fen-Edb.Fak.	KIRIKKALE
Doç.Dr. Hayrettin OKUT	Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fak.	VAN
Doç.Dr. Işık TEPE	Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fak.	VAN
Doç.Dr. Mustafa İŞILOĞLU	Muğla Üniversitesi Fen-Edb.Fak.	MUĞLA
Doç.Dr. Rengin ELTEM	Ege Üniversitesi Fen Fakültesi	İZMİR
Doç.Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ	K.Maraş Üniversitesi Ziraat Fak.	K.MARAŞ
Yrd.Doç.Dr. Halil BIYIK	Adnan Menderes Üniversitesi Fen-Edb. Fak.	AYDIN
Yrd.Doç.Dr. Rüstem APAK	Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fak.	VAN
Yrd.Doç.Dr. Nursel DOSTBİL	Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fak.	VAN
Yrd.Doç.Dr. Bayram GÖÇMEN	Ege Üniversitesi Fen Fak.	İZMİR

**Yazı İşleri (Typesetting)**

Şehnaz AYHAN  
Nuray TEMİZAY

**Yazışma Adresi (Correspondence Address)**

Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 65080, VAN



YIL(YEAR) : 1999

CİLT (VOLUME): 6

SAYI (NUMBER): 1

İÇİNDEKİLER

- Yüzüncü Yıl Üniversitesi Biyolojik Atık Su Arıtma Sisteminde Bulunan Siliyat Protozoa Hakkında Bir Araştırma*.....1-10  
-An Investigation On The Ciliated Protozoa In Biological Sewage Treatment Plant Of Yüzüncü Yıl University  
Naciye Güllüz ŞENLER, İsmail YILDIZ
- Yüzüncü Yıl Üniversitesi Atıksu Arıtma Sisteminin Giriş Suyundaki Bazı Siliyatların (Protozoa: Ciliophora) Morfolojik Özellikleri*.....11-20  
-The Morphological Characteristics of Some Ciliate (Protozoa: Ciliophora) Species from Influent of Water Treatment Plant of Yüzüncü Yıl University  
Naciye Güllüz ŞENLER, İsmail YILDIZ
- Türkiye Mikroflorası İçin İki Yeni Kayıt*.....22-24  
-Two New Records For The Mycoflora Of Turkey  
Abdullah KAYA, Avni ÖZTÜRK
- A8, B7, B8, B9, B 10, C10 Kareleri Ve Türkiye İçin Veronica (Scrophulariaceae) Cinsine Ait Yeni Floristik Kayıtlar*.....25-28  
-New Floristic Records Belong To The Genus *Veronica* (Scrophulariaceae) From A8, B7, B8, B9 B10, C10, Squares And Turkey  
Fazlı ÖZTÜRK, Avni ÖZTÜRK
- Atıksu Arıtımında Genetik Mühendisliği*.....29-38  
-Genetic Engineering In Refinishing Of Wastewater  
ERDAL ÖBEK, Ekrem ATALAN, Ubeyde İPEK, Halil HASAR
- Van İli Merkez İlçesinde Seçilmiş Bir Grup Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Ekonomik Açından Değerlendirilmesi*.....39-46  
-Economic Appraisal of Some Selected Cattle Farms In Van Province  
Tufan BAL, İbrahim YILDIRIM
- Van İli Merkez İlçesinde Süt Tesislerinde Yapısı, Başlıca Sorunları Ve Bazı Çözüm Önerileri*.....47-52  
-The Structure Of Milk Processing Plants In Center Town Of Van Province; Major Problems And Some Suggestions Related Those Problems  
İbrahim YILDIRIM, İbrahim ACAR, Hakkı ÇİFTÇİ
- Farklı Büyütme ve Yemleme Koşullarında Yetiştirilen Karakaş ve KarakaşxHamdani (G1) Melezi Toklularda Testis Gelişimi*.....53-60  
-Testicular Growth of Karakaş and KarakaşxHamdane (G1) Crossbred Ram Lambs Maintained in Conditions of Different Raising and Feeding  
T. AYGÜN, O. KARACA, T. ALTIN, M. DEMİREL, M. BİNGÖL



- Damla Sistemiyle Sulanan Pamukta (Sıra Üzerinde) Ve Kuru Bölgedeki (Sıra Arasında) Bitki Su Tüketimlerinin Karşılaştırılması**.....61-75  
-The Comparison Of The Wetted Zone (on the Rows) With The Dry Zone (Between the Rows) At The Irrigated Cotton Crop With Drip System  
**Ahmet ERTEK**
- Kane Dispersiyon Kanunlu Yarı İletken İnce Katlarda Magnetik Ve Ölçü Kuantlanmasının Termogüce Etkisi**.....6-84  
-The Effect Ofmagnetic Aand Size Quantization In Semiconductor Thin Layers With Kane's Dispersion Law To The Thermo-Emf  
**Ramazan Ferruhoğlu EMİNOV**
- Aritmetik Serilere İstatistiksel Bir Yaklaşım**.....85-88  
-A Statistical Approximation To Arithmetic Series  
**Kazım KARA, Gürol ZIRHLIOĞLU**
- Kontrolü Yapılan Yedekli İki Üniteli Sistemlerde En Uygun Kontrol Zamanı**.....89-96  
-Optimum Inspection Time For A Two-Unit Standby Redundant System With Preventive Main Tenance  
**Hüsnü BARUTOĞLU, Musa ÇAKIR**



# Yüzüncü Yıl Üniversitesi Atıksu Arıtma Sisteminin Giriş Suyundaki Bazı Siliyatların (Protozoa: Ciliophora) Morfolojik Özellikleri

Naciye Gülkız ŞENLER

İsmail YILDIZ

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Biyoloji Bölümü, 65080 Van - TÜRKİYE

**Özet:** Yüzüncü Yıl Üniversitesi Atıksu Arıtma Sisteminin giriş suyundan alınan 13 örnek incelendi. On sekiz siliyat türü tayin edilmiş ve bunların görülme sıklıkları belirlenmiştir. *Colpidium colpoda*, *Dexiostoma campylum* ve *Trimyema compressum* bu kommünitenin devamlı türleri olarak görünmektedir. Türkiye protozoon faunası için yeni kayıt olan *Acineria incurvata*, *A. uncinata* ve *T. compressum*'un morfolojik karakterleri biyometrik olarak incelendi, ekolojileri hakkında bilgiler verildi. Elde edilen sonuçlar literatür bilgisi ile karşılaştırıldı.

**Anahtar sözcükler:** Atıksu arıtma sistemi, giriş suyu, siliyat türleri, morfoloji, Türkiye.

## The Morphological Characteristics of Some Ciliate (Protozoa: Ciliophora) Species from Influent of Water Treatment Plant of Yüzüncü Yıl University

**Abstract:** 13 samples obtained from influent of Waste Water Treatment Plant of Yüzüncü Yıl University were examined. 18 ciliated species were identified and their frequencies were determined. *Colpidium colpoda*, *Dexiostoma campylum* and *Trimyema compressum* were appeared as continuous species in this community. The morphological characteristics of *Acineria incurvata*, *A. uncinata* and *T. compressum* which are new records for protozoon fauna of Turkey were studied biometrically, with ecological notes. The results were compared with those of the previous studies.

**Key words:** Waste water treatment plant, influent, ciliate species, morphology, Turkey.

### Giriş

Siliyat Protozoa, aktif çamur faunası içerisinde hem çeşitlilik hem de bolluk açısından dominant grubu oluşturur. Aktif çamurda şimdiye kadar tespit edilmiş 230 Protozoa türünün 160'ı siliyattir (Augustin ve Foissner, 1992). Aktif çamurdaki siliyatlar ekolojik açıdan yaygın bir şekilde incelenmektedir (Curds ve ark., 1968, Curds ve Cockburn, 1970, Madoni, 1982, Aeschl ve Foissner, 1992, Salvadó ve ark., 1995). Günümüzde aktif çamur siliyatları ile ilgili gümüş empregnasyon ve biyometri gibi modern taksonomik tekniklerin kullanıldığı çalışmalar (Augustin ve ark., 1987, Augustin ve Foissner, 1989, Augustin ve Foissner, 1992, Becares ve Foissner, 1994, Leither ve Foissner, 1997a, b, Salvadó ve Fernandez-Galiano, 1997) mevcut olmasına karşın, siliyat taksonomisi ihmal edilmiştir. Böyle çalışmalar sadece taksonomi için değil ekoloji için de gereklidir. Taksonomik çalışmalarda örneklerin canlı olarak teşhisi için bazı diagnostik karakterler

belirlenmekte ve böylece karmaşık teknikler kullanılmadan güvenilir tür tayini yapılabilmektedir. Atıksu arıtma sistemi siliyatları ile ilgili çalışmaların çoğunluğu sadece canlı gözleme dayandığı için protozoon faunasına ait ilk tür listelerinde taksonomik hatalar vardır (Foissner ve O'Donoghue, 1990). Ayrıca atıksu arıtma sistemleri yeni, nadir ve az bilinen türler için değerli bir kaynaktır (Leither ve Foissner, 1997a).

Dünyada atıksu arıtma sistemlerindeki siliyat taksonlarına ait morfolojik ve taksonomik çalışmalar önemli bir yol almış olmasına karşın, ülkemizde bu alandaki çalışmalar yok denecek kadar azdır. Türkiye'de aktif çamur siliyatları ile ilgili bir çalışma tarafımızdan yapılmıştır (Şenler ve ark., 1999). Giriş suyu ile ilgili bazı fiziko-kimyasal çalışmalar gerçekleştirilmiş olmasına karşın, protozoonlar üzerinde ayrıntılı morfolojik bir çalışma yapılmamıştır. Bu eksikliğin giderilmesi amacıyla Yüzüncü Yıl Üniversitesi (YYÜ) Atıksu Arıtma Sisteminin giriş suyundan alınan bazı siliyat

## Materyal ve Yöntem

14.10.1997-4.11.1998 tarihleri arasında, YYÜ evsel nitelikli Atık Su Arıtma Tesisinden alınan 91 örnek incelendi. Örnekler aktif çamur sisteminin havalandırma tankından alındı. Siliyat türleri ve ml'deki hücre sayısını belirlemek amacıyla 30 ml kapasiteli şişelere 7 ml örnek alındı. Örnekler yavaş bir şekilde karıştırıldıktan sonra, alt örneklemeler yapılarak 0.05 ml'deki birey sayısı bulundu. Sayma işlemi Hydrobios-Kiell (0.05) marka sayma kamarası ile her 7 ml hacim için 3-5 kez tekrarlanarak yapıldı, sayım sonuçları ml'deki birey sayısı dikkate alınarak verildi. Birey sayısında ve tür çeşitliliğinde meydana gelebilecek değişikliklerden kaçınmak için gözlemler, örneklerin alınmasından sonra en fazla 12 saat içerisinde gerçekleştirilmiştir. Ayrıntılı inceleme için Chatton-Lwoff'un gümüş empregnasyon yöntemiyle kalıcı preparatlar hazırlandı. İdentifikasyon için Curds (1969), Foissner ve Berger (1996) ile Foissner ve ark.'nın (1991, 1992, 1994, 1995) saprobik sistem siliyatları ile ilgili monografından yararlanıldı. Siliyatların besin, su tipi ve habitat tercihleri, komünite özellikleri ve saprobik sistemdeki indikatör karakterleri Foissner ve Berger (1996) ve Foissner'a (1988) dayanılarak verilmiştir.

Türler arası yakınlık derecesini saptamak için görülme sıklığı %10 ve daha yüksek olan türler seçildi. Siliyatlar MINITAB paket programının "Hierarchical Cluster Analysis of Variables" (Absolute Correlation Coefficient Distance, Average Linkage) yöntemiyle benzerlik değerlerine göre gruplandırılarak, sonuçlar dendrogram şeklinde özetlenmiştir.

## Bulgular

Havalandırma tankından alınan toplam 91 örnek incelendi. Siliyat Protozoa, örneklerin tümünde tespit edildi. Havalandırma tankında 23 siliyat cinsine ait 40 siliyat türü tanımlandı. Siliyat türleri, görülme sıklıkları, indikatör karakterleri ile birlikte siliyatların besin, su, habitat tercihleri ve komünite özellikleri çizelge 1'de verilmiştir. 5 tür Gymnostomata, 2 tür Hypostomata, 8 tür Hymenostomata, 19 tür Peritrichia, 1 tür Spirotrichia, 5 tür Hypotrichia alt sınıfına dahildir. Alt sınıf Suctorina toplam olarak verilmiştir. Siliyatların görülme sıklığı ml'deki birey sayısına göre az sayıda (birey sayısı/ml  $\leq 20$ ) ve çok sayıda

(birey sayısı/ml  $> 20$ ) olmak üzere iki ayrı değer olarak belirlenmiştir. Gözlenen bazı siliyat türlerine ilişkin fotoğraflar Şekil 1 ve 2'de verilmiştir

*Aspidisca cicada*, *Epistylis entzii*, *Vorticella convallaria* yüksek sıklıkta (%83-%100) ve yüksek bollukta gözlenen türlerdir. *Carchesium polypinum*, *Vorticella microstoma*, *Aspidisca lynceus* orta sıklıkta (%46-%55) ve bollukta; *Opercularia coarctata*, *Epistylis picalitis* ve *Vorticella octava* orta sıklıkta, ancak daha az bollukta gözlemlenildi. *Trimyema compressum*, *Acineria incurvata*, *A. uncinata*, *Dexiostoma campylum*, *Colpidium colpoda*, *Tetrahymena pyriformis*, *Uronema nigricans*, *Opercularia microdiscum*, *Opercularia* sp., *Epistylis coronata* az sayıda ve düşük frekanslarda (%10-%21) gözlenmiştir. Diğer türler ise YYÜ aktif çamur sisteminde nadir bulunan türlerdir (<%10).

Siliyatlar aktif çamur prosesinin aktif ürünleri olan floklar ile ilişkilerine göre incelenebilir. Bu durumda tespit edilen siliyat türleri aşağıdaki gibi gruplanabilir.

*Epistylis* spp., *Opercularia* spp., *Vorticella* spp., *Zoothamnium pygmaeum*, *Carchesium polypinum* ve Suctorina üyeleri floklara bağlı sesil türlerdir. Bu türler kendilerini bir sap ile floklara tespit ederler. *Acineria uncinata*, *Aspidisca cicada*, *A. lynceus*, *Oxytricha* sp., *Euplotes* sp., *Chilodonella uncinata*, *Trithigmostoma cucullus* önceki grup gibi floklara bağlı, floklar üzerinde sil ya da sirleri ile sürünerek hareket ederler. *Trimyema compressum*, *Dexiostoma campylum*, *Colpidium colpoda*, *C. kleini*, *Tetrahymena pyriformis*, *Glaucoma scintillans*, *Paramecium caudatum*, *Uronema nigricans*, *Cyclidium glaucoma* havalandırma tankının sıvı fazında serbest hareket eden, yüzen, flokla ilişkisi olmayan türlerdir. Hem floklar üzerinde sürünerek hareket eden hem de sıvı fazda serbestçe yüzebilen, flok ile geçici olarak ilişkili sadece bir tür tespit edilmiştir: *Litonotus* sp. Havalandırma tankında tespit edilen sesil (Peritrichida) ve sürünerek hareket eden (crawling) formlar (Hypotrichida) yüksek sıklıkla (>%50) gözlenmiştir. Bu siliyatlar aktif çamur için tipik siliyatlardır. Sıvı fazda serbest olarak yüzen formlar ise daha düşük frekanslı az sayıda tür ile temsil edilmektedir. Aynı zamanda bu türlerin ml'deki birey sayısı da daha azdır.

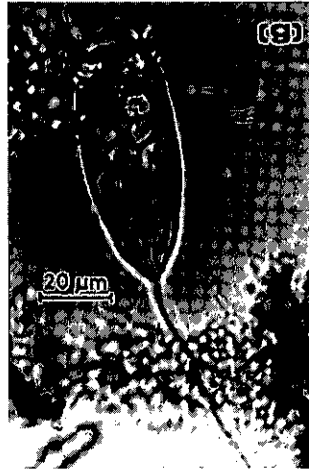
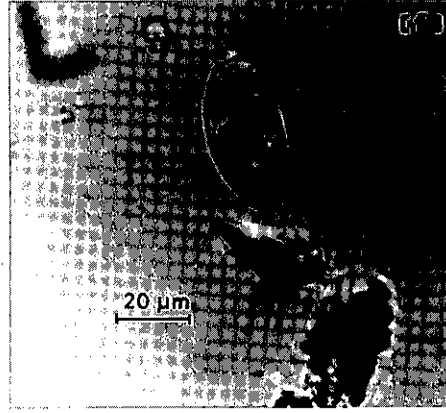
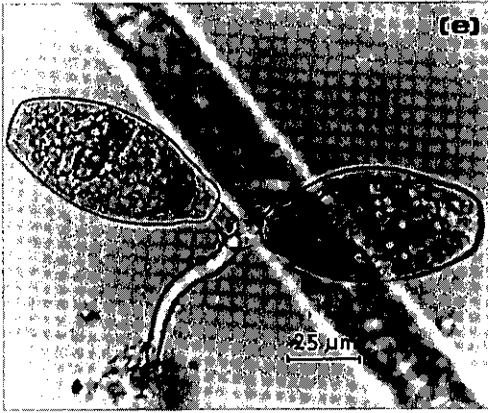
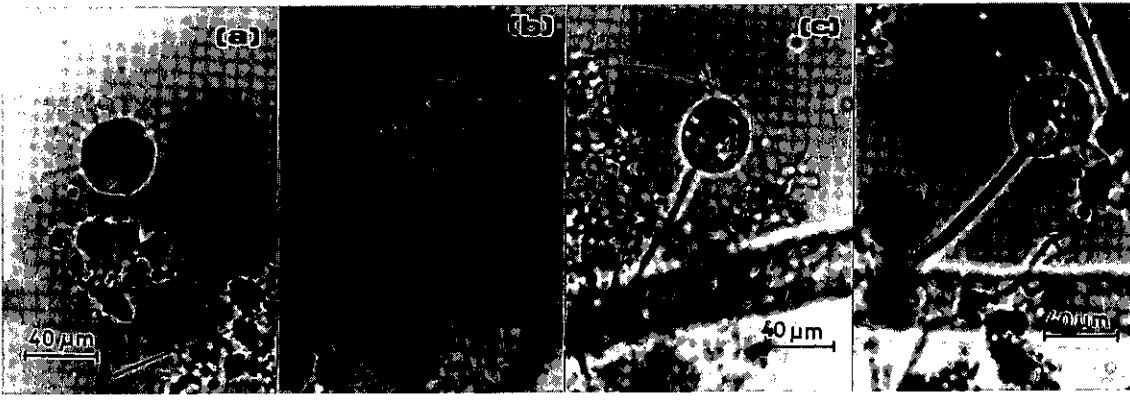
Çizelge 1. Aktif çamur sisteminde tespit edilen siliyat türleri O. omnivor, Ba. bakterisi, R. predatör, Di. diyatome; Al. alg. Cy. siyanobakteri; Fl. heterotrofik flagellat; S. durgun su; F. akarsu; K. aktif çamur sistemi; Bo. toprak; A. perifton; B. benthos; P. Plankton; T. epizoik; Fs. anaerobik çamur; a. alfa mesosaprobik; b. beta mesosaprobik; p. polisaprobik; i. Isosaprobik; m. metasaprobik CAR. *Carchesietosum polipinae*; MET. *Metopetum*; STE. *Stentoretum*; TRI. *Trithigmostometum cucullatae*; COL. *Colpidium colpoda*; CRY. *Cyrtophoretea*; COL. *Colpidium colpoda*; HBE. aşırı yükü ve/veya O<sub>2</sub> den yoksun aktif çamur; NBE. Normal aktif çamur

Tür	Frekans (%)		Toplam	Besin	Su tipi	Habitat	Kommünite	Saprobik Karakter
	≤ 20	> 20						
PHYLUM CILIOPHORA Doflein, 1901								
Class Kinetofragminophora de Puytorac et al., 1974								
Subclass Gymnostomata Bütschli, 1889								
Ordo Gymnostomatida Bütschli, 1889								
<i>Trachetophyllium apiculatum</i> (Perty, 1852)	2(2.20)	-	2(2.20)	O	S, F	A, B, P	CAR	b-a
Ordo Prostomatida Schewiakoff, 1896								
<i>Trinyma compressum</i> Lackey, 1925	13(14.29)	5(5.49)	18(19.78)	Ba	S, F, K	Fs	MET, COL, HBE	p-m
Ordo Pleurostomatida Schewiakoff, 1896								
<i>Litonotus</i> sp.	1(1.10)	-	1(1.10)					
<i>Acinertia incurvata</i> Dujardin, 1841	15(16.48)	-	15(16.48)	R	F, S, K	A, B	COL, HBE	p-i
<i>Acinertia uncinata</i> Tucolesco, 1962	19(20.88)	2(2.20)	21(23.08)	R	F, S, K	A, B	COL, NBE	a-p
Subclass Hypostomatida Schewiakoff, 1896								
Ordo Cryptophorida Fauré-Fremiet, 1956								
<i>Chlidonella uncinata</i> (Ehrenberg, 1838)	4(4.40)	2(2.20)	6(6.60)	Ba	F, S, K, Bo	A, B	TRI, CRY, NBE	A
<i>Trithigmostoma cucullus</i> (Mueller, 1786)	3(3.30)	-	3(3.30)	Di, Al, Cy, Ba	F, S, K	A, B	COL, TRI, CRY	a-p
Subclass Suctoria Claparède & Lachmann, 1858*	19(20.88)	42(46.15)	61(61.67)					
Class Olygohymenophora de Puytorac et al., 1974								
Subclass Hymenostomata Delage & Hérouard, 1896								
Ordo Hymenostomatida Delage & Hérouard, 1896								
<i>Dexiostoma campylum</i> (Stokes, 1886)	19(20.88)	2(2.20)	21(23.08)	Ba, Fl, Al	F, S, K	B	COL, HBE	p-i
<i>Colpidium colpoda</i> (Losana, 1829)	17(18.68)	1(1.10)	18(19.78)	Ba, Fl, Al	F, S, K	B	COL, TRI, HBE	p-i
<i>Colpidium kleini</i> Foissner, 1969	1(1.10)	-	1(1.10)	Ba	F, S	B	TRI	P
<i>Tetrahymena pyriformis</i> -kompleks	8(8.79)	3(3.30)	11(12.09)	Ba	F, S, K	B	COL	p-i
<i>Glaucoma scintillans</i> Ehrenberg, 1830	2(2.20)	1(1.10)	3(3.30)	Ba	F, S, K	B, A	COL, TRI	p-a
<i>Paramecium caudatum</i> Ehrenberg, 1833	2(2.20)	-	2(2.20)	Ba, Al	S, F, K	B, P	COL, TRI, HBE	p-a
Ordo Scuticociliatida Small, 1967								
<i>Uronema nigricans</i> (Mueller, 1786)	12(13.19)	1(1.10)	13(14.29)	Ba, Fl	F, S	B, A, P	TRI	a-p
<i>Cycidium glaucoma</i> Mueller, 1773	5(5.49)	1(1.10)	6(6.59)	Ba	F, S, K	B, A, P	TRI	a

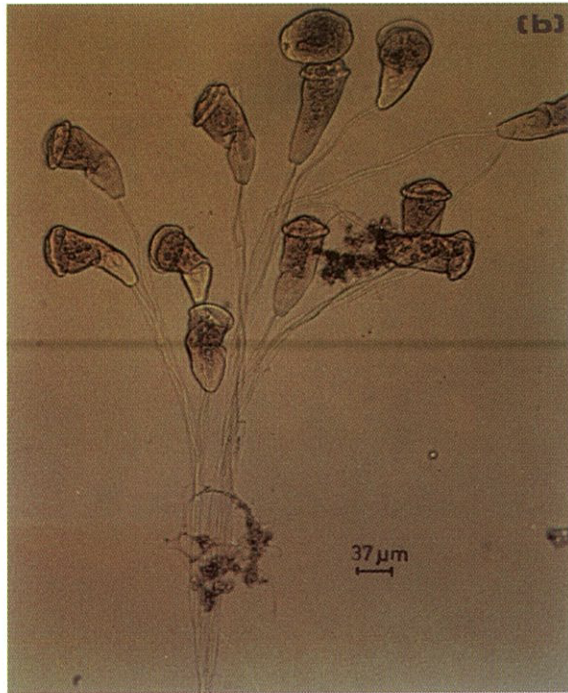
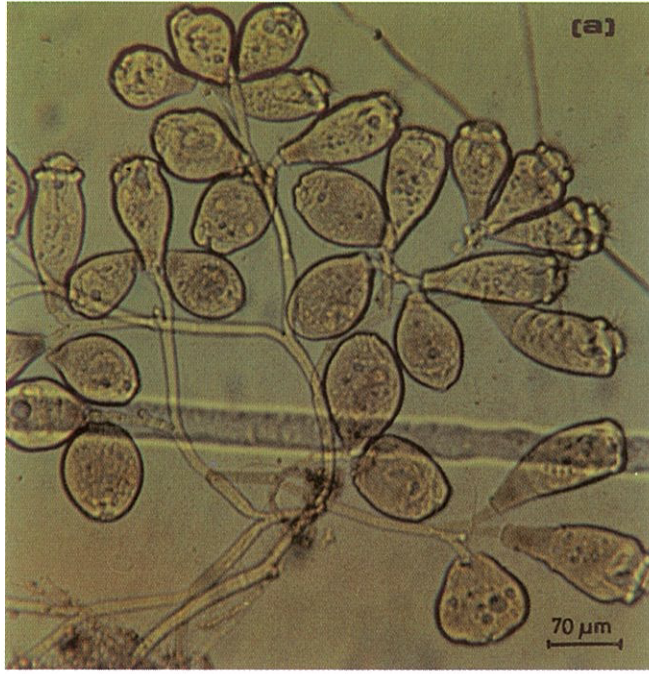
\* Tür düzeyinde tanımlanmamıştır.







Şekil 1. YYÜ atık su arıtma sisteminde tespit edilen bazı siliyat türleri a, b, c, d. Suctoria türleri; e. *Opercularia microdiscum*; f. *Opercularia coarctata*; g. *Vorticella convallaria*.



Şekil 2. YYÜ atık su arıtma sisteminde tespit edilen bazı siliyat türleri a. *Epistylis entzii*; b. *Carchesium polypinum*.





*henscheli*, *E. galea*, *E. rotans*, *E. coronata* önceki çalışmalarda rapor edilmemiştir. Bu türlerin, özellikle *E. coronata* dışındakilerin görülme sıklığı ve birey sayısına dikkat edilirse bu ekosistemin tipik elemanları olmadıkları görülür. *Acineria* ve *Trimyema* bu ekosistemde yaşayan siliyatlar ile ilgili literatürde nadiren rapor edilmiştir. Aktif çamurda *Acineria uncinata* (Martín-Cereceda ve ark., 1996; Salvadó ve ark., 1995) ve *A. incurvata* (Augustin, 1987; Madoni, 1994) sadece iki kez saptanmıştır. Bununla birlikte aktif çamurda yaygın olarak rapor edilmiş olan *Trachellophyllum pusillum*'a bu çalışmada rastlanmamıştır. *A. uncinata* ve *T. pusillum* morfolojik olarak birbirine benzer iki türdür. Bu benzerlik ve *T. pusillum*'un deskripsiyonunun henüz tam olarak yapılmadığı (Foissner ve ark., 1995) dikkate alınır, Martín-Cereceda ve ark. (1996) tarafından da belirtildiği gibi bu iki tür *in vivo* koşulda birbirleriyle karıştırılmış olabilir ve *A. uncinata* muhtemelen *T. pusillum* olarak adlandırılmış olabilir. Aktif çamurun sıvı fazında serbest olarak yüzen, anaerobik koşullarda yaşayan bir siliyat türü olan *Trimyema compressum* daha önce sadece bir kez rapor edilmiştir (Augustin ve ark., 1987). *T. compressum* birey sayısı az olmakla birlikte %18 görülme sıklığında YYÜ Arıtma Tesisinde gözlenmiştir. *Trachellophyllum apiculatum* aktif çamur sisteminde bu çalışma ile ilk kez tespit edilmiştir. Ancak çalışma periyodu sırasında sadece iki örnekte ve çok az sayıda gözlemlendiği için bu ekosistemin tipik elemanı olarak kabul edilemez. Aktif çamurda siliyat populasyonları arasındaki ilişkileri araştıran Madoni ve Ghetti (1981) *Aspidisca costata* (syn *A. cicada*), *Vorticella convallaria*, *V. striata* var. *octava*, *Trochilia minuta* ve *Epistylis plicatilis*'in temel komüniteyi oluşturduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada *Trochilia minuta* dışındaki türler yaygın bir şekilde gözlenmiştir. *T. minuta*'ya ise araştırma periyodu sırasında hiçbir örnekte rastlanmamıştır.

YYÜ Arıtma Tesisinde tespit edilen siliyat türlerinin çoğunluğu sesil ve sürünerek hareket eden türlerdir. Bunların görülme sıklıkları ve birey sayıları daha yüksektir. Floklara bağlı siliyatlar stabil koşullardaki havalandırma tankının temsili siliyatlarıdır ve bu türlerin dominant durumda olması çıkış suyunun kalitesini yükseltir (Curds, 1971;

Madoni, 1994; Martín-Cereceda ve ark., 1996). Stabil havalandırma tankında nadiren bulunan serbest yüzen siliyatlar (Madoni, 1994), YYÜ Arıtma Tesisinde düşük yoğunluk ve sıklıkta gözlenmişlerdir. Bunlar başlama fazındaki havalandırma tankının temsili siliyatlarıdır (Martín-Cereceda ve ark., 1996; Madoni, 1982). Bu çalışmada *Tetrahymena pyriformis*, *Trimyema compressum*, *Colpidium colpoda*, *Dexiostoma campylum* flokla bağlantılı türlere göre daha az, ancak diğer serbest yüzen siliyatlara oranla daha fazla gözlenmişlerdir. Martín-Cereceda ve ark. (1996) giriş suyundaki çoğu toksik maddelerin aktif çamur komünitesini baskıladıklarını, özellikle *Dexiostoma campylum*'un, giriş suyundaki toksisiteye diğerlerine göre daha dirençli olduğunu belirtmişlerdir. Ancak bu türlerin YYÜ Arıtma Tesisinde hiçbir zaman dominant durumda olmaması, toksite dışında bazı fiziksel ve kimyasal faktörlerin, bu ekosistemde komünite yapısında bazı dalgalanmalara neden olabileceğini gösterir. Zira *Colpidium colpoda*, *Trimyema compressum*, *Dexiostoma campylum*, *Paramecium caudatum*, *Metopus* sp. gibi serbest yüzen siliyatlarla birlikte *A. incurvata* ve *V. infusionum* yetersiz oksijen, anaerobik koşullar ya da aşırı yüklenmenin indikatörleridir (Foissner ve Berger, 1996). Aşırı yük ve oksijen eksikliğinin indikatörü olan *Metopus* sp. ve *P. caudatum* çok az sayıda ve az sıklıkta gözlenmiştir.

Türler arasındaki yakınlık derecesi dikkate alındığında aktif çamur sisteminde siliyatların farklı gruplar oluşturduğu görülür. YYÜ aktif çamur sisteminde siliyat türleri esas olarak üç grup oluşturmaktadır. Bazı istisnalar olmakla birlikte grup oluşumunda siliyat türlerinin komünite yapıları (bkz. Çizelge 1) ve flokla olan ilişkileri etkili olmaktadır. a ve b gruplarına dahil olan türler sesil ve sürünerek hareket eden siliyat türleri olup, komünite yapıları dikkate alındığında bir çoğunun sağlıklı aktif çamur üyeleri olduğu görülür. c grubu ise serbest yüzen siliyat türleridir. B grubu *V. octava* dışında serbest yüzen, yüklü aktif çamur siliyatlarını içerir. *V. octava* ise bu türlere daha uzak bir mesafede yer almaktadır. C grubu sesil ve sürünerek hareket eden siliyatlardan oluşmaktadır. *A. incurvata*'nın komünite yapısı sağlıklı olmayan aktif çamur olmasına rağmen bu grupta yer alması

ilgi çekicidir. Yine de bu tür diğerlerine daha uzak bir mesafede yer almaktadır. *Opercularia microdiscum*, *Vorticella octava*, *V. microstoma* ve *Epistylis coronata* ise şimdiye kadar herhangi bir kommuniteye dahil edilmemiştir.

Bu çalışmada tespit edilen *Epistylis* spp., *Opercularia* spp., *Aspidisca* spp., *Acineria uncinata*, *Vorticella convallaria*, *Carchesium polypinum*, *Chilodonella uncinata*, *Euplotes* sp., Foissner ve Berger'in (1996) de belirtmiş oldukları gibi sağlıklı aktif çamur siliyatları arasında yer almaktadırlar. Bu kommunitede bulunan türler yeterli oksijen ve uygun yüklemenin indikatörü olan alfa-beta mesosaprobik türlerdir. YYÜ aktif çamur sisteminde iki kommunité karşılaştırıldığında, normal aktif çamur siliyatlarının yüksek frekans ve bollukta gözlenen siliyat türleri olduğu görülür.

#### Kaynaklar

- Augustin, H., Foissner, W., Adam, H., 1987. Revision of the genera *Acineria*, *Trimyema* and *Trochilopsis* (Protozoa, Ciliophora). *Bulletin of the British Museum (Natural History) Zoology Series*. 52(6):197-224.
- Bick, H., 1973. Population dynamics of Protozoa associated with the decay of organic materials in fresh water. *Amer. Zool.* 13:149-160.
- Curds, C. R., 1969. *An illustrated key to the British freshwater ciliated Protozoa commonly found in activated sludge*. H.M.S.O., London, 90.
- Curds, C. R., 1971. Computer simulations of microbial population dynamics in the activated sludge process. *Water Res.* 5:1049-1066.
- Curds, C. R., 1973. The role of Protozoa in the activated-sludge process. *Amer. Zool.* 13:161-169.
- Curds, C.R., A., Cockburn, 1970. Protozoa in biological sewage-treatment processes-I. A survey of the protozoan fauna of british percolating filters and activated-sludge plants. *Water Research.* 4:225-236.
- Esteban, G., Téllez, C., Bautista, L.M., 1990. Effects of habitat quality on ciliated Protozoa communities in sewage treatment plants. *Environmental Technology.* 12:381-386.
- Esteban, G., Téllez, Bautista, L.M., 1991. Dynamics of ciliated Protozoa communities in activated-sludge process. *Wat. Res.* 25(8):967-972.
- Foissner, W., 1988. Taxonomic and nomenclatural revision of Sladeczek's list of ciliates (Protozoa: Ciliophora) as indicators of water quality. *Hydrobiologia.* 166:1-64.
- Foissner, W., Berger, H., Blatterer, H., Kohmann, F., 1991. *Taxonomische und ökologische revision der ciliaten des saprobiensystems. Band I: Cryptophorida, Oligotrichida, Hypotrichia, Colpodea.* Informations berichte des Bayer. Landesamtes für wasser wirtschaft, Heft 1/91, 478.
- Foissner, W., Berger, H., Kohmann, F., 1992. *Taxonomische und ökologische revision der ciliaten des saprobiensystems. Band II: Peritrichia, Odontostomatida.* Informations berichte des Bayer. Landesamtes für wasser wirtschaft, Heft 5/92, 502.
- Foissner, W., Berger, H., Kohmann, F., 1994. *Taxonomische und ökologische revision der ciliaten des saprobiensystems. Band III: Hymenostomata, Prostomatida, Nassulida.* Informations berichte des Bayer. Landesamtes für wasser wirtschaft, Heft 1/94, 548.
- Foissner, W., Berger, H., Blatterer, H., Kohmann, F., 1995. *Taxonomische und ökologische revision der ciliaten des saprobiensystems. Band IV: Gymnostomatea, Loxodes, Suctorina.* Informations berichte des Bayer. Landesamtes für wasserwirtschaft. Heft 1/95, 540.
- Foissner, W., Berger, H., 1996. A user-friendly guide to the ciliates (Protozoa, Ciliophora) commonly used by hydrobiologists as bioindicators in rivers, lakes, and waste waters, with notes on their ecology. *Freshwater Biology.* 35(2):375-482.
- Luna-Pabello, V.M., Mayen, R., Olvera-Viascan, V., Saavedra, J., Duran de Bazua, C., 1990. Ciliated Protozoa as indicators of a wastewater treatment system performance, *Biological Wastes.* 32:81-90.
- Madoni, P., 1982. Growth and succession of ciliate populations during the establishment of a mature activated sludge. *Acta Hydrobiol.* 24(3):223-232.
- Madoni, P., 1994. A sludge biotic index (SBI) for the evaluation of the biological performance of activated sludge plants based on the microfauna analysis. *Wat. Res.* 28(1):67-75.
- Madoni, P., Davoli, D., Chierici, E., 1993. Comparative analysis of the activated sludge



- microfauna in several sewage treatment works. *Wat. Res.* 27(9):1485-1491.
- Madoni, P., Ghetti, P.F.,1981. The structure of ciliated Protozoa communities in biological sewage-treatment plants. *Hydrobiologia.* 83:207-215.
- Martín-Cereceda, M., Serrano, S., Guinea, A., 1996. A comparative study of ciliated Protozoa communities in activated-sludge plants. *FEMS Microbiology Ecology.* 21:267-276.
- Poole, J. E . P.,1984. A study of the relationship between the mixed liquor fauna and plant performance for a variety of activated sludge sewage treatment works. *Water Res.*, 18:281-287
- Salvadó, H., Gracia, M.P.,1993. Determination of organic loading rate of activated sludge plants based on protozoan analysis. *Wat. Res.* 27(5):891-895.
- Salvadó, H., Gracia, M.P., Amigo, J.M.,1995. Capability of ciliated Protozoa as indicators of effluent quality in activated sludge plants. *Wat. Res.* 29(4):1041-1050.
- Sudo, R., 1984. Role and function of Protozoa in the biological treatment of polluted waters. *Advances in Biochemical Engineering/ Biotechnology.* 29:117-141.

# Yüzüncü Yıl Üniversitesi Biyolojik Atık Su Arıtma Sisteminde Bulunan Siliyat Protozoa Hakkında Bir Araştırma

Naciye Güllüz ŞENLER

İsmail YILDIZ

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Biyoloji Bölümü Van-TÜRKİYE

**Özet:** Bu çalışma Yüzüncü Yıl Üniversitesi Atık su Arıtma Tesisinde gerçekleştirilmiştir. Havalandırma tankından alınan 91 örnek mikroskopik olarak incelendi. Aktif çamur prosesinde 40 siliyat türü tanımlandı. Siliyatlara ait tür listesi ve türlerin frekansları ml'deki birey sayısı ile ilişkili olarak verildi. Ayrıca görülme sıklığı yüksek olan türler arasındaki yakınlık derecesi de belirlendi.

**Anahtar sözcükler:** Siliyat Protozoa, aktif çamur prosesi, kommunitate yapısı.

## An Investigation On The Ciliated Protozoa In Biological Sewage Treatment Plant Of Yüzüncü Yıl University

**Abstract:** This research was carried out sewage treatment plant of Yüzüncü Yıl University. 91 samples obtained from aeration basin were examined microscopically. 40 species of ciliate were identified in activated-sludge process. A complete species list of these ciliates is given together with information concerning their frequency and individual number per ml. In addition, the similarity between the species of high frequency was determined.

**Key words:** Ciliated Protozoa, activated-sludge process, community structure.

### Giriş

Kirlenmiş suların biyolojik arıtımında kullanılan aktif çamur ekstrem koşullara sahip kompleks bir ekosistemdir. Bu ekosistem karışık mikroorganizma kültürü içerir. Mikroorganizmalar atık suda bulunan organik materyali ve diğer kirleticileri indirgerler.

Atık su arıtma sistemlerinde bulunan mikroorganizmalar arasında Protozoa, özellikle siliyat Protozoa oldukça önemlidir. Siliyatlar predasyon aktivitesi ile bakteriyal popülasyon yoğunluğunu koruyarak flokulasyon (yumaklaşma) işlemine yardım eder ve çıkış suyunun kalitesini yükseltirler. Bu nedenle aktif çamur prosesi ile muamele edilmiş suyun kalitesinin ortaya konulmasında indikatör organizmalardır (Bick, 1973; Curds, 1973; Curds ve Cockburn, 1970; Esteban ve ark., 1990; Luna Pabello ve ark., 1990; Salvadó ve ark., 1995; Sudo ve Aiba, 1984). Böylece siliyatlar atık su arıtma sisteminin performansının değerlendirilmesi ile ilgili bilgiler verebilirler (Madoni, 1994; Salvadó ve Gracia, 1993).

İngiltere (Curds, 1969; Curds ve Cockburn, 1970; Poole, 1984), Japonya (Sudo ve Aiba, 1984), İspanya (Esteban ve ark., 1990, 1991 Martin-Cereceda ve ark., 1996; Salvadó ve ark., 1995) ve İtalya'da (Madoni, 1982, 1994; Madoni ve Ghetti,

1981; Madoni ve ark., 1993) biyolojik arıtma tesislerinde gerçekleştirilen çalışmalarda aktif çamurda siliyatlar ile ilgili tür listeleri verilmiştir. Aktif çamur sisteminde yaşayan siliyatlar flok (yumak) ile olan ilişkilerine göre üç gruba ayrılmıştır (Curds, 1971; Curds ve Cockburn, 1970; Madoni, 1994): Sesil siliyatlar, sürünerek hareket eden (crawling) siliyatlar, serbest yüzen siliyatlar. Martin-Cereceda ve ark. (1996) aktif çamur siliyatlarına dördüncü bir grup olarak serbest yüzen-sürünerek hareket eden türleri ilave etmişlerdir. Bu ekosistemde sesil ve sürünerek hareket eden siliyatlar dominant olduğu zaman çıkış suyu kalitesi yüksek olur (Curds, 1971). Su kalitesinin değerlendirilmesinde yardımcı olan siliyat kommunitelerini inceleyen Foissner ve Berger (1996) sağlıklı/normal aktif çamur siliyat kommunitesi ile aşırı yüklü ve/veya oksijenden yoksun aktif çamur siliyat kommunitelerini vermişlerdir.

Ülkemizde arıtma tesisinde bulunan siliyatlar ile ilgili herhangi bir çalışma yoktur. Bu çalışmada YYÜ (Yüzüncü Yıl Üniversitesi) Atık Su Arıtma Sisteminde bulunan siliyat türleri ve kommunit yapılarının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma ülkemizde arıtma tesisinde yürütülen ilk protozoolojik çalışma olması bakımından önem taşımaktadır.

türleri gümüş empregnasyon yöntemi ile ve biyometrik olarak incelenmiştir. Siliyat türlerinin belirlenmesi. bunlara ait morfolojik bilgi verilmesi. elde edilen sonuçların var olan bilgiler ile karşılaştırılması farklı coğrafi bölgelerde siliyat türlerinin gösterdiği varyasyonların ortaya konulması amaçlanmıştır.

### Materyal ve Yöntem

Örnekler YYÜ Atıksu Arıtma Sisteminin giriş suyundan alındı. 1997-98 yılları arasında 13 örnekleme yapıldı. 5lt'lik kavanozlar ile alınan su örnekleri 23µm'lik plankton bezi ile konsantre edildi (Finlay ve ark., 1988). Az sayıdaki örnekler için ya zenginleştirilmiş kültür ortamları hazırlandı ya da ilave havalandırma yapılmaksızın petri kaplarında bırakıldı (Finlay ve ark., 1988, Augustin ve ark., 1987). Siliyatlar önce canlı incelendi, daha sonra Mayer'in hematoksilin-eosin boyası ve Chatton-Lwoff'un gümüş empregnasyon ve pürinlenmiş gümüş karbonat teknikleri uygulandı (Fernandez-Galiano, 1976, Augustin ve ark., 1984, Foissner, 1991). Preparatlar inversiyon objektif ile incelendi. Türlerle ait çizimler canlı inceleme ve empregne olmuş örneklerden Camera Lucida

yardımı ile çizildi. Tablo halinde özetlenen veriler Chatton-Lwoff'un gümüşleme preparatlarından elde edildi ve bütün ölçümler mikrometre olarak verildi. Biyometrik sonuçlar için SPSS (SPSS for Windows 6.1) paket programı kullanıldı (Ergün, 1995; Akgül, 1997). Saprobijolojik değer için verilen kısaltmalar aşağıda gösterilmiştir (Foissner, 1988, Curds, 1992): x. xenosaprobik, o. oligosaprobik, b. beta-mesosaprobik, a. alfa-mesosaprobik, p. polisaprobik, I. türün belirleyici ağırlığı (1-5 arasında değişir), SI. Saprobik indeks (limnosaprobik alanda 0-4, eusaprobik alanda 0-8 arasında değişir), E. Eusaprobik, m. metasaprobik, i. isosaprobik.

### Bulgular ve Tartışma

Atıksu Arıtma Sisteminin giriş suyunda 18 siliyat türü tespit edildi (Çizelge 1). Kocataş (1994) bir komünitede bulunan türleri sıklık bakımından beş gruba ayırmıştır. Buna göre *Trimyema compressum*, *Colpidium colpoda* ve *Dexiostoma campylum* YYÜ Atıksu Arıtma Sisteminin giriş suyunda devamlı türler olarak görülmektedir.

Çizelge 1. Araştırılan Atıksu Arıtma Sisteminin giriş suyunda tespit edilen siliyat türleri, görülme sıklıkları (F) ve indikatör karakterleri (s)

Türler	F	s
<i>Acineria incurvata</i> Dujardin, 1841	38.46	p-i
<i>Acineria uncinata</i> Tucolesco, 1962	15.38	a-p
<i>Aspidisca cicada</i> (Mueller, 1786) Claprède & Lachmann, 1858	30.77	a-b
<i>Colpidium colpoda</i> (Losana, 1829) Stein, 1860	92.31	p-i
<i>Colpidium kleini</i> Foissner, 1969	38.46	p
<i>Chilodonella uncinata</i> (Ehrenberg, 1838) Strand, 1928	15.38	a
<i>Cyclidium glaucoma</i> Mueller, 1773	15.38	a
<i>Dexiostoma campylum</i> (Stokes, 1886) Jankowski, 1967	84.62	p-i
<i>Epistylis entzii</i> Stiller, 1935	23.08	a
<i>Euplotes</i> sp.	15.38	-
<i>Glaucoma scintillans</i> Ehrenberg, 1830	30.77	p-a
<i>Paremecium caudatum</i> Ehrenberg, 1833	46.15	p-a
<i>Tetrahymena pyriformis</i> -kompleks	69.23	p-i
<i>Trimyema compressum</i> Lackey, 1925	92.31	p-m
<i>Uronema nigricans</i> (Mueller, 1786) Florentin, 1901	15.38	a-p
<i>Vorticella convallaria</i> – kompleks	23.08	a
<i>Vorticella octava</i> – kompleks	30.77	b-a
<i>Vorticella</i> sp.	23.08	-

<sup>1</sup>Foissner (1988). Foissner ve Berger'e (1996) dayanılarak verilmiştir.

Tespit edilen siliyat türleri özellikle kirli ve çok kirli akarsularda yaşamaya iyi adapte olmuş alfa-mesosaprobik, polisaprobik tipik türlerdir.



Siliyat türleri özellikle doğru teşhis için gerekli olan gümüşleme yöntemi ile incelenmiş, çalışmadan elde edilen bulgular ile bugünkü bilgilerin ışığında bazı siliyat türleri yeniden gözden geçirilmiştir.

*Acineria incurvata* Dujardin, 1841 (Şekil 1a,b,c,d)

Bu siliyat Pleurostomatida takımının, Amphileptidae Bütschli, 1889 familyasına aittir. *Acineria* cinsinin tip türüdür. Vücut mızrak biçimindedir. Lateral olarak yassılaştırılmıştır. Posterior uç yuvarlak, anterior uç giderek daralır. *In vivo* büyüklüğü 62.50-125.00 X 22.50-37.50 µm'dir (X=90.25±6.62, SD=20.93, CV=23.19, n=10; X=31.75±3.21, SD=10.14, CV=31.94, n=10). Anteroventralde yer alan oral açıklık yuvarlak bir hat çizerek sol lateral üzerine doğru katlanır ve anterior vücut bölgesinde kaşık benzeri bir çöküntü oluşturur (Şekil 1d). Bu yapı *in vivo* koşulda vücudun diğer kısımlarına göre ışığı daha az kırdığı için parlak görünür. Anterior uçta oral açıklık ile ilgili bu görünüm *Acineria* cinsi için tipiktir. Foissner ve O'Donoghue (1990) anterior uçtaki parlak görünümün *Acineria uncinata* için belirgin bir diagnostik karakter olduğunu ifade etmelerine karşın, bizim çalışmalarımızda bu özelliğin *Acineria* cinsine ait bütün türler için diagnostik bir karakter olarak alınabileceği kanısına varıldı. Anterior uçtaki katlanma ile birlikte, vücut siliyatürü, ekstruzomların biçimi ve dağılışı *Acineria* cinsini benzerlerinden ayırır (Foissner ve Berger, 1988). *A. incurvata*'nın ekstruzomları çubuk biçimli, 4-5 µm uzunluğundadır (X=4.50±0.19, SD=0.53, CV=11.78, n=8). Sitostom boyunca yerleşmişlerdir. Sitostomun dışında vücudun posterior ucunda, sağ lateralde küçük bir ekstruzom

grubu (4-5 tane) daha bulunur. Ekstruzomların sitostomun dışında tüm vücut yüzeyinde olabileceği belirtilmiştir (Augustin ve ark., 1987). Bununla birlikte bu ekstruzomlar, preparasyon sırasında sitostomdan bu bölgelere dağılmış olabilirler. Makronukleus iki parçadan meydana gelir. Aralarında küresel bir mikronukleus bulunur. Kontraktıl vakuol posterior uçtadır. Bu tür Augustin ve ark. (1987) tarafından rapor edilen örneklerden daha büyük bulunmuştur. Uzunluğun genişliğe oranı ortalama 2.97, sitostomun anteriordan itibaren kapladığı mesafe ise vücut uzunluğunun yaklaşık olarak 1/3'i kadardır (Çizelge 2). *A. incurvata*'da morfolojik açıdan beslenme koşullarına bağlı olarak tür içi varyasyon görülür ve değişik morfotiplerin ortaya çıkmasına neden olur (Augustin ve ark., 1987). İncelenen bu popülasyonda genel vücut şekli bakımından çok az varyasyon söz konusudur. Bununla birlikte *Trachelius*-benzeri formlar (Augustin ve ark., 1987) bu çalışmada da gözlenmiştir. Vücudu örten longitudinal sil sayısı yaklaşık 13-14 kadardır. Augustin ve ark.(1987) tarafından rapor edilen bu türe ait vücut sil sayısı çalışmanın verilerinden daha az sayıdadır. Araştırmacılar bu türe ait vücut sil sayısı sayısının 11, perioral sil sayısı sayısının da 3 olduğunu bildirmişlerdir.

*A. incurvata* karnivordur, küçük siliyatlar ile beslenir. Foissner ve Berger'e (1996) göre bu tür genellikle alfa-mesosaprobik ya da polisaprobik akarsularda bulunur. Bu türün saprobiyolojik değeri Foissner (1988) tarafından şu şekilde bildirilmiştir: x=0, o=0, a=0, p=10, I=5, SI=4.0E

Çizelge 2. *A. incurvata*'nın morfometrik özellikleri. X. ortalama, SD. standart sapma, SE. standart hata, CV. varyasyon katsayısı, min.-max. değerleri, n. örnek sayısı

Karakter	X	SD	SE	CV	Min.- max.	N
Vücut uzunluğu (U)	74.11	14.94	2.88	20.16	51.00-95.00	27
Vücut genişliği (G)	26.52	8.50	1.64	32.05	15.00-45.00	27
U/G	2.97	0.79	0.15	26.60	2.00-5.00	27
Makronukleus uzunluğu	8.94	2.32	0.58	25.95	5.00-13.00	16
Makronukleus genişliği	6.81	1.52	0.38	22.32	4.00-9.00	16
Sitostom uzunluğu (SU)	23.30	3.97	0.76	17.04	16.00-32.00	27
U/SU	3.19	0.47	0.09	23.19	2.50-4.75	27
Dorsal fırçanın posterior ucunun apeksden uzaklığı	19.50	4.11	1.10	21.08	15.00-25.00	14

*Acineria uncinata* Tucolesco, 1962 (Şekil 1f)

Önceki türe benzer, ancak daha küçük olması, oral açıklığın daha kısa olması ve sil sırasının daha az olması ile ondan ayrılır. Son zamanlara kadar

*Acineria* Dujardin, 1841 cinsinin tek türü olduğu biliniyordu (Curds, 1982). Bu tür *Acineria incurvata*'dır. *Acineria uncinata* Amphileptidae familyasının en yaygın ve geniş dağılış gösteren türü olmasına karşın küçük olduğu için tanımlanması güçtür. Bu nedenle literatürde verilen bir çok fauna listesinde yer almamaktadır (Foissner ve O' Donoghue, 1990). Muhtemelen bu tür benzer türler ile karıştırıldığından yanlış tanımlanmıştır. Bununla birlikte küçük büyütmelemlerde bile kolaylıkla farkedilebilen vücudun anterior ucundaki parlak görünüme sahip karakteristik kıvrım ile benzer türlerden ayrılabilir.

Vücut büyüklüğü 40 - 50 X 10 - 13 µm'dir. Foissner ve O'Donoghue (1990) vücut boyutları bakımından görülen varyasyonların beslenme durumuna bağlı olduğunu rapor etmişlerdir. Vücut sil sırası 3-4 arasında değişir. *Acineria* cinsi için tipik olan siliyatür Augustin ve ark. (1987) ve Foissner ve O'Donoghue (1990) tarafından ayrıntılı olarak verilmiştir. Karnivordurlar, küçük flagellatlar ile beslenirler. Az kirli tuzlu havuzlarda, mesosaprobik tatlı sularda ve sağlıklı aktif çamur sistemlerinde bulunduğu dair kayıtlar bulunmaktadır (Augustin ve ark., 1987, Foissner ve O' Donoghue, 1990, Foissner ve Berger, 1996). Saprobiyolojik değeri Foissner (1988) tarafından şu şekilde rapor edilmiştir: x=0, o=0, b=2, a=4, p=4, I=2, SI=3.2

*Acineria nasuta* Lepsi, 1962 *Acineria* cinsine ait diğer bir türdür (Augustin ve ark., 1987). Bir tane küresel makronukleusun bulunması bakımından önceki türlerden ayrılır.

*Trimyema compressum* Lackey, 1925 (Şekil 2a,b,c,d)

Bu siliyat türü Prostomatida takımının, Trimyemidae, Kahl, 1933 (syn: Sciadostomatidae Kahl, 1926) familyasına aittir. *Trimyema* cinsinin tip türüdür. Canlı koşullarda vücut büyüklüğü 35.00-55.00 X 20.00-32.50 µm'dir (X=44.41±1.80, SD=7.42, CV=16.71, n=17; X=25.00±0.93, SD=3.85, CV=15.4, n=17). Foissner ve ark. (1994) bu siliyatı *in vivo* koşulda 25-60 X 15-35 µm büyüklüğünde olacak şekilde tıknaz-S biçiminde tanımlamışlardır. Vücut kabaca iğ biçimindedir. Anterior ve posterior olarak giderek sivrilmiştir. Bununla birlikte vücudun en geniş bölgesi anteriore yakın olduğu için bu daralma posteriorde daha belirgindir. Huni şeklindeki vestibulum ve sitostom

apikal uca yakındır (subapikal) (Şekil 2b). Kaudal silin uzunluğu 7.50-15.00 µm'dir (X=11.88±0.91, SD=2.59, CV=21.80, n=8) ve belirgindir. Belirli bir hat boyunca uzun eksenini etrafında dönerek ve yavaş hareket eder. Canlı durumda oldukça sabit görünen vücut biçimi, boyanmış örneklerde biraz değişiklik gösterir ve armut görünümü alır. Bu siliyat ile ilgili morfometrik değerler çizelge 3'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar genel anlamda Augustin ve ark.'nın (1987) aktif çamur popülasyonu için verdikleri değerlere yakındır. Bununla birlikte bizim örneklerimiz daha küçüktür. Vücut uzunluğunun genişliğe oranı ortalama 2.13'dür (1.74-2.60). Makronukleus küreseldir, bir çok örnekte merkezi olarak yerleşmiştir. Mikronukleus küresel ve makronukleusa bitişiktir. Sil sıraları helikal bir düzenlenme gösterir. Somatik siliyatür vücudu çevreleyen üç konsantrik halka şeklinde indirgenmiştir. Bizim bulgularımızın aksine Augustin ve ark. (1987) gümüş hatlar sisteminin (silverline system) posterior kısımda kabaca ağ yapısı oluşturduğunu ifade etmişlerdir. Bu çalışmada gümüş hatların düz bir şekilde düzenlendiği tespit edildi (Şekil 2c). Vestibüler siliyatür üç sil sırasından meydana gelir. İkisi oldukça uzundur ve vestibulumun çevresinde yarı dairesel olarak düzenlenirler. Kısa olan üçüncü sil sırası ise iç kısımda yer alır (Şekil 1a,d). Kontraktıl vakuol en sondaki spiral sil sırasının olduğu bölgede bulunur. Sitopig yaklaşık olarak 10 µm uzunluğunda bir yarık şeklindedir.

*Trimyema* cinsine dahil edilen siliyatların taksonomik durumları açısından günümüzde dahi farklı fikirler mevcuttur (Jahn ve ark., 1979, Curds, 1982, Augustin ve ark., 1987, Foissner ve ark., 1994). Kahl farklı siliyatüründen dolayı *Trimyema* için yeni bir familya (Trimyemidae) tanımlamıştır (Augustine ve ark., 1987). Ancak bu familya birkaç araştırmacı tarafından Trichostomatida takımına (Altsınıf: Vestibuliferia) dahil edilmiştir (Jahn ve ark., 1979, Curds, 1982). Günümüzde pek çok araştırmacı bu cinsi Prostomatida takımına (Alt sınıf: Gymnostomatia) dahil etmektedirler. Gymnostomatia ve Vestibuliferia, Kinetofragminiphorea sınıfına aittirler. Her iki grupta da oral siliyatür vücut sil sıralarının ön kısımlarından meydana gelir ve basittir. Kinetozomların daha fazla yaklaşması, kinetozomların çift oluşturması (Gymnostomatia

için) ve sil sıraları arasına tamamlayıcı segmentlerin ilave olması dışında kinetozomal farklılaşma yoktur (Levine ve ark., 1980). Bu durumda trichostomlarla benzer vestibüler yapıya sahip olan *Trimyema* (Şekil 2b) Trichostomatida'ya dahil edilebilir. Bununla birlikte Augustine ve ark.'nın (1987) da ifade ettikleri gibi cinse dahil türlerin taksonomik durumlarının aydınlatılması için morfogenezis üzerinde daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir.

Polisaprobik, anaerobik koşullara bağlı bir türdür. Fazla miktarda organik madde ve H<sub>2</sub>S içeren havuz, göl, akarsu, evsel ve endüstriyel nitelikli atıksu arıtma sistemlerinde, muamele edilmemiş lağımda bulunduğu dair kayıtlar

mevcuttur (Augustin ve ark.,1987, Foissner ve Berger, 1996). Saprobijolojik değeri Foissner (1988) tarafından şu şekilde bildirilmiştir: x=0, o=0, b=0, a=0, p=10, I=5, SI=4.0E

*Trimyema* cinsine ait değişik habitatlardan (tatlısu, deniz, havalandırma tankı) şimdiye kadar sekiz tür tanımlanmıştır (Augustin ve ark., 1987). *T. compressum* üç somatik spiral sil sırasına sahip olduğundan dolayı diğer *Trimyema* türlerinden farklılık gösterir. Bu siliyat kendisi gibi üç spiral sil sırasına sahip olan *T. minuta*'dan vücut biçimi bakımından farklılık gösterir. *T. minuta*'nın posterior ucu oldukça geniş ve yuvarlakdır (Augustin ve ark., 1987).

Çizelge 3. *T. compressum*'un morfometrik özellikleri. X. ortalama, SD. standart sapma, SE. standart hata, CV. varyasyon katsayısı, min.-max. değerler, n. örnek sayısı

Karakter	X	SD	SE	CV	Min.- max.	n
Vücut uzunluğu (U)	33.95	4.89	1.09	14.40	30.00-46.00	20
Vücut genişliği (G)	16.05	2.72	0.61	16.95	13.00-25.00	20
U/G	2.13	0.23	0.05	10.80	1.74-2.60	20
Makronukleus uzunluğu	7.05	1.54	0.34	21.84	5.00-10.00	20
Makronukleus genişliği	5.55	0.76	0.17	13.69	4.00-7.00	20
Vestibulumun posterior ucunun apeksden uzaklığı	10.70	2.34	0.52	21.87	6.00-16.00	20
Spiral sil sırasının posteriordan uzaklığı	13.70	2.32	0.52	16.93	11.00-20.00	20

*Dexiostoma campylum* (Stokes, 1886) Jankowski, 1967

Bu siliyat Hymenostomatida takımına (Sınıf: Olygohymenophora) aittir. Ortalama 47.60 (42.00-57.00) µm uzunluğunda, 22.25 (20.00-25.00) µm genişliğindedir. Sil sırası sayısı ortalama 26 (22-33)'dir. Polisaprobik-isosaprobik türdür. Foissner (1988) tarafından saprobijolojik değeri şu şekilde bildirilmiştir: x=0, o=0, b=0, a=1, p=9, I=5, SI=3.9E

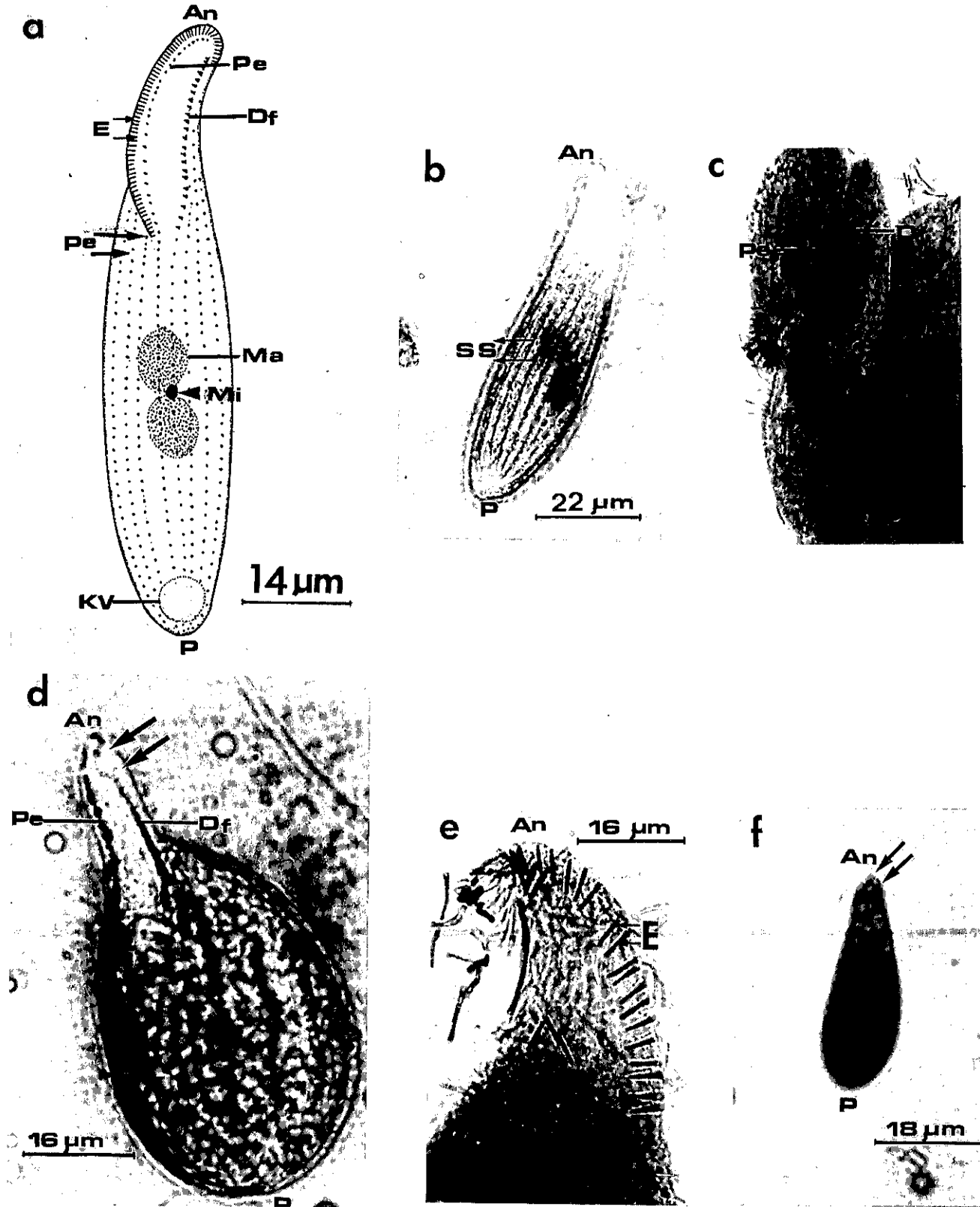
*Colpidium colpoda* (Losana, 1829) Stein, 1860 (Şekil 3a,b)

Ortalama 124.06 (105-140)µm uzunluğunda,

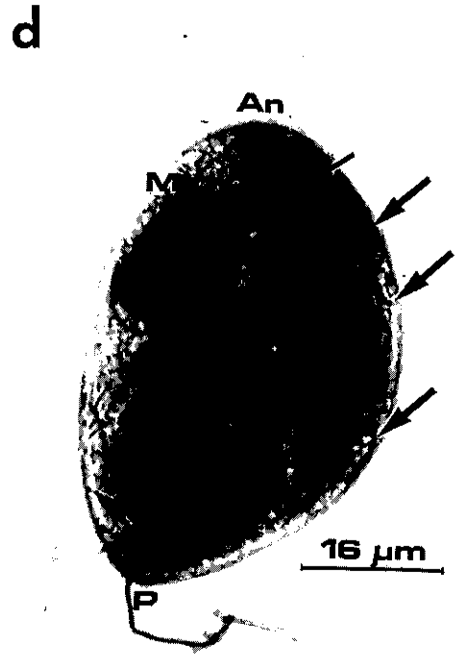
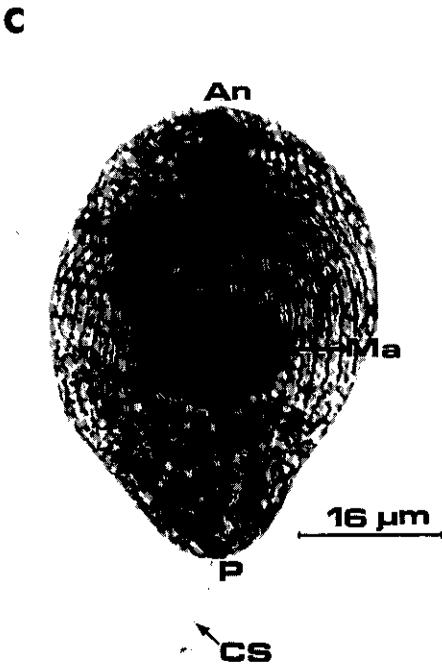
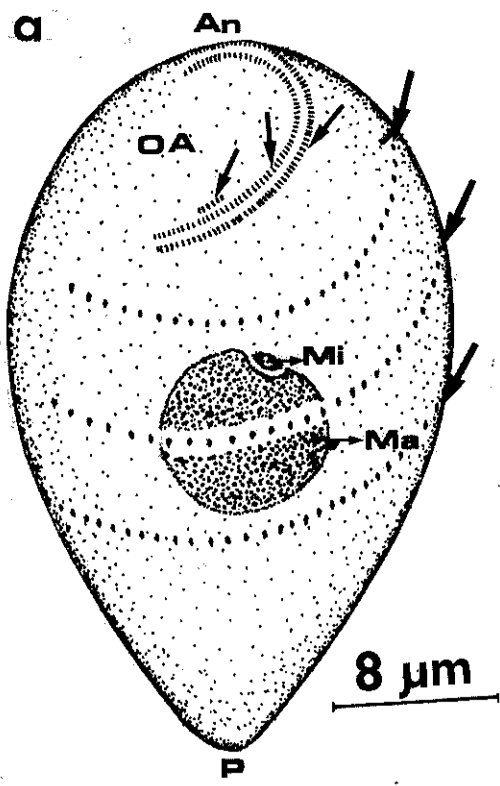
80.27(65.00-105.00)µm genişliğinde olan hymenostome siliyattır. Sil sırası sayısı ortalama 61(52-65)'dir. Saprobik indikatör karakteri polisaprobik-isosaprobik'tir. Saprobijolojik değeri Foissner (1988) tarafından şu şekilde teklif edilmiştir: x=0, o=0, b=0, a=2, p=8, I=4, SI=3.8E.

*Colpidium kleini* Foissner, 1969 (Şekil 4a,b,c,d)

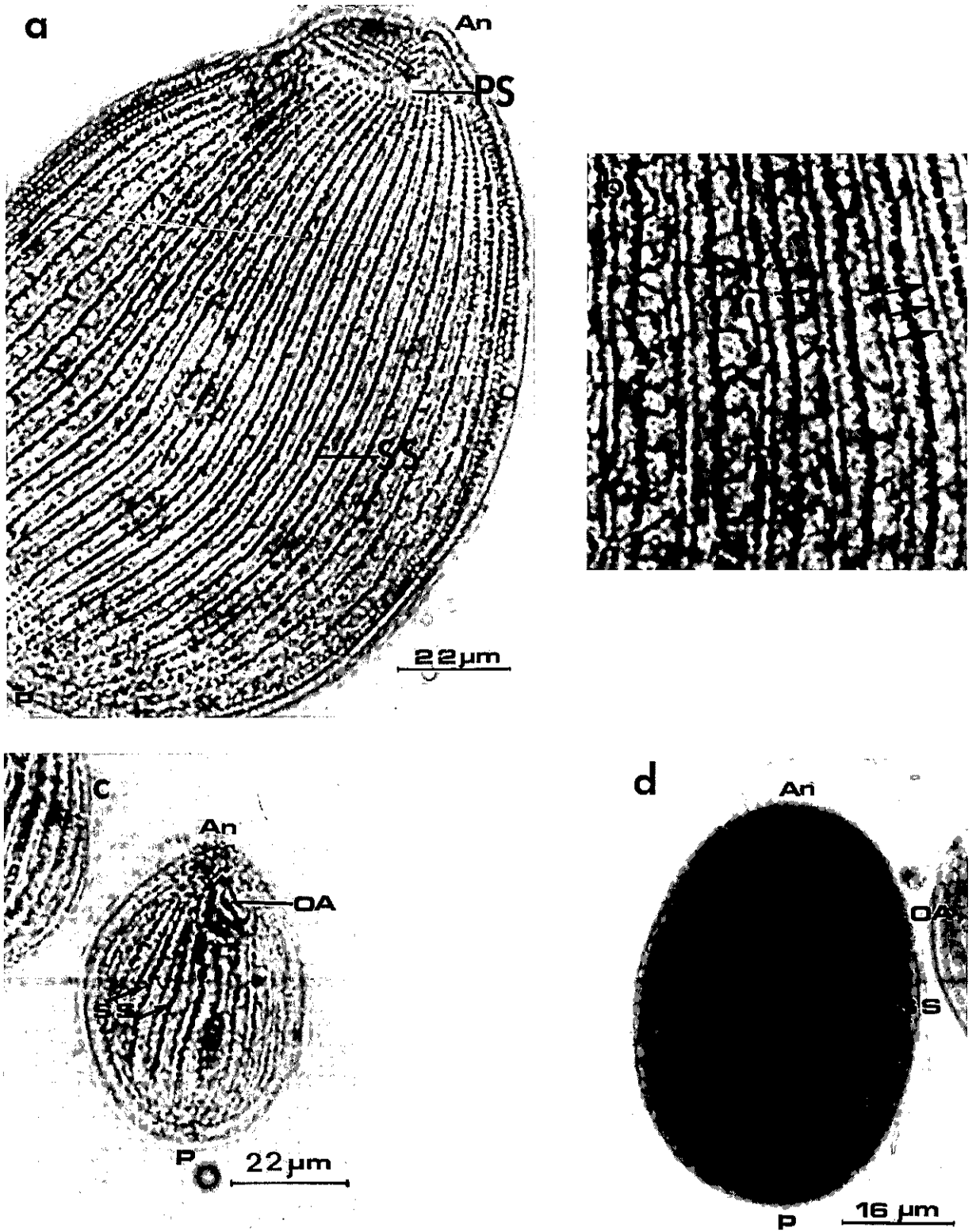
Ortalama 97.35(82-110)µm uzunluğunda, 58.45(35.00-80.00)µm genişliğindedir. Sil sırası sayısı ortalama 48(47-52)'dir. Polisaprobik bir türdür. Saprobik sınıflandırılması şu şekilde teklif edilmiştir (Foissner,1988): x=0, o=0, b=0, a=3, p=7, I=4, SI=3.7



Şekil 1. *Acineria* cinsine ait çizim ve fotomikrograflar. a. *Acineria incurvata*, sol ventro-lateral, b. *Acineria incurvata*, sağ dorso-lateral-Chatton Lwoff'un gümüşleme tekniği, c. *Acineria incurvata*, dorsal taraf-piridinlenmiş gümüş karbonat, d. *Acineria incurvata*, sol taraf-Chatton-Lwoff'un gümüşleme tekniği, e. *Acineria incurvata*-piridinlenmiş gümüş karbonat, f. *Acineria uncinata*-Mayer'in hematoksilin eosini. An. anterior, P. posterior, Ma. makronucleus, Mi. mikronucleus, KV. kontraktıl vakuol, Pe. perioral sil sıraları, Df. dorsal fırça, E. ekstruzomlar, Oklar. anterior kısımdaki katlanma.

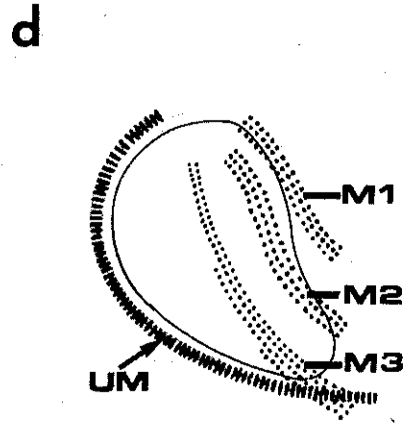


Şekil 2. *Trinyema compressum*'a ait çizim ve fotomikrograflar. a.ventral taraf, b. vestibulum-Chatton-Lwoff'un gümüşleme tekniği, c. gümüş hatlar sistemi (silverline system), dorsal taraf-piridinlenmiş gümüş karbonat, d. ventral taraf-piridinlenmiş gümüş karbonat. An. Anterior, P. posterior, Ma. makronukleus, Mi. mikronukleus, V. vestibulum, CS. kaudal sil, OA. oral aparey, Küçük oklar. vestibüler siliyatür, Büyük oklar. spiral sil sırası.



Şekil 3. Hymenostome siliyalara ait fotomikrograflar. a,b. *Colpidium colpoda*-Chatton-Lwoff'un gümüşleme tekniği, c. *Tetrahymena pyriformis*-Chatton-Lwoff'un gümüşleme tekniği, d. *Glaucoma scintillans*, piridinlenmiş gümüş karbonat. An. anterior, P. posterior, PS. preoral sutur, SS. sil sırası, OA. oral aparey, Ma. makronukleus, Oklar. iki sil sırası arasındaki çift gümüş hat.





Şekil 4. Hymenostome siliyalara ait çizim ve fotomikrograflar. *Colpidium kleini*-Chatton-Lwoff'un gümüşleme tekniği, a. somatik siliyatür, b. gümüş hatlar sistemi (silverline system), c.d. oral siliyatür. An. anterior, P. posterior, SS. sil sırası, PS. preoral sutur, OA. oral aparey, M1-3. membranel, UM. dalgalı membran, oklar. iki sil sırası arasındaki tek gümüş hat.

*Dexiostoma campylum* *Colpidium colpoda* ve *Colpidium kleini*'den *in vivo* koşulda daha küçük

boyutta, daha ince ve narin olması ile ayrılır. *C. colpoda*'nın preoral kısmı *C. kleini*'den daha

geniştir. Ayrıca iki sil sırası arasındaki gümüş hat *D. campylum* ve *C. kleini*'de tek. *C. colpoda*'da ise çifttir.

İstatistik analizler sonucu elde edilen veriler ile önceki çalışmalardan sağlanan bilgiler esas alınarak *A. incurvata*, *A. uncinata* ve *T. compressum* yeniden gözden geçirilmiştir. Çalışmada tespit edilmiş olan türlere ait örnekler, morfolojik karakterler ile biyometrik veriler bakımından orijinal tanımlamalarda verilenlerle oldukça benzer bulunmuştur. Büyüklüğe bağlı olarak gözlenen varyasyonlar farklı beslenme koşulları ve farklı ekolojik koşullara dayandırılabilir.

### Kaynaklar

- Aescht, E., Foissner, W. (1992). Biology of a high-rate activated sludge plant of a pharmaceutical company. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* **90**(2): 207-251.
- Akgül, A. (1997). *Tıbbi araştırmalarda istatistiksel analiz teknikleri "SPSS Uygulamaları"*. YÖK Matbaası, Ankara, 602s.
- Augustin, H., Foissner, W. (1989). Morphologie einiger ciliaten (Protozoa: Ciliophora) aus dem Belebtschlamm. *Lauterbornia H.* **1**:38-59.
- Augustin, H., Foissner, W. (1992). Morphologie und ökologie einiger ciliaten (Protozoa: Ciliophora) aus dem Belebtschlamm. *Arch. Protistenkd.* **141**:243-283.
- Augustin, H., Foissner, W., Adam, H. (1984). An improved pyridinated silver carbonate method which needs few specimens and yields permanent slides of impregnated ciliates (Protozoa, Ciliophora). *Mikroskopie (Wien)* **41**: 134-137.
- Augustin, H., Foissner, W., Adam, H. (1987). Revision of the genera *Acineria*, *Trimyema* and *Trochiliopsis* (Protozoa, Ciliophora). *Bulletin of the British Museum (Natural History), Zoology series* **52**(6): 197-224.
- Becares, E., Foissner, W. (1994). Redescription of *Chilodonatella minuta* Dragesco 1966 (Protozoa, Ciliophora). *Linzer biol. Beitr.* **26** (1): 519-530.
- Curds, C.R. (1982). *British and Other Freshwater Ciliated Protozoa*. Part 1. Cambridge University Press, Cambridge. 474s.
- Curds, C.R. (1992). *Protozoa in the water industry*. Cambridge university Press, London. 122s.
- Curds, C.R., Cockburn, A. (1970). Protozoa in biological sewage treatment process II. Protozoa as indicators in the activated sludge process. *Wat. Res.* **4**: 237-249.
- Curds, C.R., Cockburn, A., Vandyke, J.M. (1968). An exeperimental study of the role of ciliated Protozoa in the activated-sludge process. *Wat. Pollut. Contr.* **67**:312-329.
- Ergün, M. (1995). *Bilimsel araştırmalarda bilgisayarla istatistik uygulamaları*. MİNPA Maabaacılık, Ankara, 292s.
- Fernández-Galiano, D. (1976). Silver impregnation of ciliated Protozoa: Procedure yielding good results with the pyridinated silver carbonate method. *Trans. Amer. Micros. Soc.* **95**(4): 557-560.
- Finlay, B.J., Rogerson, A., Cowling, A.J. (1988). *A beginner's guide to the collection, isolation, cultivation, and identification of freshwater Protozoa*. Titus Wilson & Son Ltd. Kendal, 78s.
- Foissner, W. (1988). Taxonomic and nomenclatural revision of Sládeček's list of ciliates (Protozoa: Ciliophora) as indicators of water quality. *Hydrobiologia* **166**: 1-64.
- Foissner, W. (1991). Basic light and scanning electron microscopic methods for taxonomic studies of ciliated Protozoa. *Europ. J. Protistol.* **27**: 313-330.
- Foissner, W., Berger, H., Kohmann, F. (1994). *Taxonomische und Ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems*-Band III: Hymenostomata, Prostomatida, Nassulida. Informationsberichte des Bayer Landesamtes für wasserwirtschaft, Heft 1/94, 548s.
- Foissner, W., Berger, H. (1996). A user-friendly guide to the ciliates (Protozoa, Ciliophora) commonly used by hydrobiologists as bioindicators in rivers, lakes, and waste waters, with notes on their ecology. *Freshwater Biology* **35**(2): 375-482.
- Foissner, W., O' Donoghue, P.J. (1990). Morphology and infraciliature of some freshwater ciliates (Protozoa: Ciliophora) from western and south Australia. *Invertebr. Taxon.* **3**: 661-96.

- Jahn, T.L., Bovee, E.C., Jahn, F.F. (1979). *How to Know Protozoa*. Second published, Wm. C. Company. Publishers Dubuque, Iowa, 279s.
- Kocataş, A. (1994). *Ekoloji ve çevre biyolojisi*. İkinci baskı, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 564s.
- Leitner, A.R., Foissner, W. (1997a). Morphology and infraciliature of *Microthorax pusillus* Engelman 1862 and *Spathidium deforme* Kahl 1928, two ciliates (Protozoa, Ciliophora) from activated sludge. *Linzer biol. Beitr.* **29**(1): 349-368.
- Leither, A.R., Foissner, W. (1997b). Taxonomic characterization of *Epicarchesium granulatum* (Kellcott 1987) Jankowski 1985 and *Pseudovorticella elongate* (Fromentel, 1876) nov. Comb., two peritrichs (Protozoa, Ciliophora) from activated sludge. *Europ. J. Protistol.* **33**: 13-29.
- Levine, N.D., Corliss, J.O., Cox, F.E.G., Deroux, G., Grain, J., Honigberg, B.M., Leedale, G.F., Loeblich, A.R., Lom, J., Lynn, D., Merinfeld, E.G., Page, F.C., Poljansky, G., Sprague, V., Vavra, J., Wallace, F.G. (1980). A newly revised classification of the Protozoa. *J. Protozool.*, **27**(1): 37-58.
- Madoni, P. (1982). Growth and succession of the ciliate populations during the establishment of a mature activated-sludge. *Acta Hydrobiol.* **24**(3): 223-232.
- Salvadó, H., Fernández-Galiano, D. (1997). *Parastrongylidium* (Hypotrichida, Ciliata), a case of high morphological variability. *Europ. J. Protistol.* **33**: 178-185.
- Salvadó, H., Gracia, M.P., Amigó J.M. (1995). Capability of ciliated Protozoa as indicators of effluent quality in activated sludge plants. *Wat. Res.* **29**: 1041-1050.
- Şenler, N.G., Bıyık, H., Yıldız, İ. (1999). A study of the relationship between microfauna and water quality in biological sewage-treatment plant of Yüzüncü Yıl University. *Bio-Science Research Bulletin*, **15** (1): 37-47.

# TWO NEW RECORDS FOR THE MYCOFLORA OF TURKEY

Abdullah KAYA<sup>1</sup>

Avni ÖZTÜRK<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Yüzüncü Yıl University, Faculty of Education, Department of Science Education, 65080 Van - Turkey

<sup>2</sup> Yüzüncü Yıl University, Faculty of Art and Science, Department of Biology, 65080 Van - Turkey

**Abstract** In this study, *Marasmius rotula* (Scop.: Fr.) Fr. (*Tricholomataceae*) and *Entoloma undatum* (Fr.) Mos. (*Entolomataceae*) have been recorded for the first time from Turkey.

**Key words:** New records, Mycoflora, Turkey.

## Türkiye Mikroflorası İçin İki Yeni Kayıt

**Özet** :Bu çalışmada *Marasmius rotula* (Scop.: Fr.) Fr. (*Tricholomataceae*) ve *Entoloma undatum* (Fr.) Mos. (*Entolomataceae*) Türkiye'den ilk defa kaydedilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Yeni Kayıt, Mikoflora, Türkiye.

### Introduction

Although many studies have been carried out (Baytop, 1994), the macrofungal flora of many parts of our country have not been identified yet. Our research area is also one of the unstudied regions. The nearest floristic study to the area was carried out by Demirel (Demirel, 1996). The aim of this study is to make contribution to the Macrofungal Flora of Turkey.

### Results

#### Tricholomataceae

##### *Marasmius rotula* (Scop.: Fr.) Fr.

Cap 5-15 mm across, convex when young then umbilicate, grooved radially, margin crenulate, white to pale cream and typically dark brown at the center (Fig. 1a). Gills broad, distant and free with a distinct collar, whitish. Stem 25-60 x 0.5-1.5 mm, concolorous with the cap at the apex but dark brown towards the base, slender, ring absent. Flesh very thin and white, taste and odour not distinctive. Spores 7-10 x 3-5  $\mu\text{m}$ , ellipsoid, hyalin, smooth with droplets (Fig. 1b).

*Marasmius rotula* grows usually on dead twigs, roots of other plants and sometimes on leaves in groups.

Bitlis: Tatvan, Akçabük Village, woodland, 30.05.1998, K. 419.

### Materials and Methods

The study material were collected from Akçabük Village of Tatvan and Dere Village of Bitlis in 1998 during our routine field studies. Colour photographs of the specimens were taken and some morphological and ecological features were noted. Then the specimens were brought into the laboratory and identified with the help of related references (Buczacki, 1992; Jordan, 1995; Breitenbach and Kränzlin, 1995).

#### Entolomataceae

##### *Entoloma undatum* (Fr.) Mos.

Syn.: *Entoloma sericeonitidum* (P.D.Ort.)

#### Arnolds

Cap 10-25 mm across, concave when young then depressed with an umbilicate center, surface grey to grey-brown, more or less with radially adpressed shiny grey-silvery fibrils, margin incurved when young, later smooth (Fig. 2a). Gills broad, arcuate-decurrent, light grey-beige when young later grey-pink to brownish. Stem 15-25 mm, cylindrical, somewhat enlarged towards the base, surface grey-whitish to grey-brown with inconspicuous white silvery fibrils. Flesh thin, grey-white to grey-brown, odor spicy, taste mild. Spores 8-10 x 5.5-7 $\mu\text{m}$ , 6-8 angled with rounded angles.

*Entoloma undatum* grows inside or outside the forests, on pathsides, in waste places, on damp to moist and nutrient rich basic soils as solitary or in groups.

30. Bitlis: Dere Village, shrubby forests, 05.1998, K. 450.



Figure 1. *Marasmius rotula* a. fruiting body, b. spores



Figure 2. *Entoloma undatum* a. Fruiting body, b. Spores

### References

- Baytop, A.**, 1994. Türkiye Makrofungusları İle İlgili Bir Yayın Listesi, *Tr. J. of Botany*, **18**: 175-185.
- Breitenbach, J., Kränzlin, F.**, 1995. *Fungi of Switzerland, vol. 4*, Mycological Society of Lucerne, Switzerland.
- Buczacki, S.**, 1992. *Mushrooms and Toadstools of Britain and Europe*, Harper Collins Publishers, Glasgow.
- Demirel, K.**, 1996. Van Yöresi Makrofungusları, *Tr. J. of Botany*, **20**: 165-169.
- Jordan, M.**, 1995. *The Encyclopedia of Fungi of Britain and Europe*, David & Charles Book Co., UK.



# A8, B7, B8, B9, B 10, C10 Kareleri Ve Türkiye İçin *Veronica* (Scrophulariaceae) Cinsine Ait Yeni Floristik Kayıtlar\*

Fazlı ÖZTÜRK

Avni ÖZTÜRK

Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 65080, Van-TÜRKİYE

**Özet:** Bu araştırmada 8 vasküler bitki taksonundan (*Scrophulariaceae*) bir takson Türkiye için, 7 takson da A8, B7, B8, B9, B10, C10 kareleri için yeni kayıt olarak verilmiştir. Kayıtlar arasında bulunan *Veronica beccabunga* L. Subsp. *muscosa* M. A. Fischer Türkiye için yeni bir taksondur.

**Anahtar Kelimeler:** *Scrophulariaceae*, *Veronica*, Flora, Yayılış, Yeni kayıt.

## New Floristic Records Belong To The Genus *Veronica* (Scrophulariaceae) From A8, B7, B8, B9 B10, C10, Squares And Turkey

**Abstract :** In this paper, 8 vascular plant taxa, (*Scrophulariaceae*) one taxon for Turkey and 7 taxa for A8, B7, B8, B9, B10, C10 squares, are given as new records. Among the records, *Veronica beccabunga* L. Subsp. *muscosa* M. A. Fischer is a new taxon for Turkey.

**Key Words:** *Scrophulariaceae*, *Veronica*, Flora, Chorology, New record.

### Giriş

Araştırma alanımız Doğu Anadolu bölgesini kapsamaktadır. Bu bölgenin ortalama yüksekliği 2000 m civarındadır (Erinç, 1965). Araştırma alanı fitocoğrafik yönden İran-Turan bölgesine dahildir (Davis, 1965). Araştırmamız 1994-1998 yıllarını kapsamaktadır. Bu bölgenin bitki örtüsü otlatma nedeniyle yoğun tahrip olmuş ve kserofitik step formasyonlarının hakimiyeti altındadır. Araştırma bölgemizden yeni kare kaydı olarak belirlediğimiz bitkiler, Davis'in Türkiye Florası'nda belirlediği kareleme sistemine göre A8, B7, B8, B9, B10, C10 karelerinde yer almaktadır (Davis, 1965-1985,1988).

Van-Edremit ilçesi bataklık ve sulak alanlardan toplanan *Veronica beccabunga* L. subsp. *muscosa* M. A. Fischer. Türkiye için yeni kayıt olarak belirlenmiştir. M. A. Fischer (1985) bu taksonun İran'da mevcut olduğunu ve Doğu Anadolu'da da bulunabileceğini bildirmiştir. İran Florası'nda bu taksonun deskripsiyonu, bizim belirlediğimiz deskripsiyonlardan biraz farklılık arz etmektedir. İncelediğimiz materyallerde gövde

en çok 10-15 cm, yaprak sapı 2-3 cm'dir. İran Florası'nda bu ölçüler gövde için en çok 10 cm, yaprak sapı 1 cm kadardır.

Türkiye Florası için yeni kayıt olan bu taksonun *Veronica beccabunga* L. alttür anahtarına ilavesi yapılarak anahtarın yeniden düzenlenmesi gerekmektedir.

### Materyal ve Yöntem

Bu floristik çalışmada toplanan bitki örnekleri VANF herbaryumunda muhafaza edilmektedir. Araştırma bölgemize ait taksonların floristik yeni kare kontrolleri, aşağıdaki ilgili kaynaklar gözden geçirilerek belirlenmiştir (Davis, 1965 - 1978, 1971, 1988; Fischer, 1981, 1984, 1985; Chrtek, 1981; Bonnier, 1934; Heywood et al., 1972; Öztürk, 1977, 1982; Öztürk ve 1983, Öztürk ve Fischer, 1991; Post, 1933; Rechinger, 1973, Öztürk ve Behçet, 1998; Öztürk, 1990-a, 1990-b, Ocakverdi, 1994; Behçet ve Altan, 1992, 1993-a, 1993-b; Behçet ve Altan, 1994, Tatlı, 1989; Gümüş, 1992; Behçet ve Tatlı, 1989; Aktoklu, 1992; Demirkuş ve Erik, 1994; Aziret ve Demirkuş, 1996; Kaya ve Demirkuş, 1996; Huber- Morath, 1987,

1988; Özçelik, 1987, 1989; Donner, 1985, 1987; Sorger et Mann, 1987; Behçet, 1989).

Grid kareleri ve bu karelere ait taksonlar alfabetik olarak sunulmuştur. Bitkilerin Latince adından sonra, bitkilerin toplama yeri, habitatu, yüksekliği, toplama tarihi, toplayıcı numarası ve biliniyorsa fitocoğrafik bölgesi belirtilmiştir.

### Bulgular

#### SCROPHULARIACEAE

**A8:** *Veronica anagallis-aquatica* L. subsp. *oxycarpa* (Boiss. in Kotschy) A. Jelen.

- Erzurum: Ilıca'nın kuzeyi, merkez, dere kenarı, 1900 m, 20.06.1996, F.13.

**A8:** *Veronica beccabunga* L. subsp. *beccabunga*

- Erzurum: Kargapazarı dağları, kuzey etekleri, 2000 m, 20.06.1996, F.1074.

**B7:** *Veronica heureka* M. A. Fischer.

- Malatya: Hekimhan, Akpınar köyü, Ayrancı dağı etekleri, dere kenarı, 1600 m, 03.08.1997, F.643.

**B7:** *Veronica poljensis* Murbeck.

- Elazığ: Sivrice, Hazar dağı, 1300 m, 05.08.1997, F.665.

**B7:** *Veronica anagallis-aquatica* L. subsp. *michauxii* (Lam.) A. Jelen.

- Elazığ: Sivrice, Hazar dağı güney etekleri, 1500 m, 05.06.1997, F.656, 662. İran-Turan elementi.

**B8:** *Veronica anagallis-aquatica* L. subsp. *michauxii* (Lam.) A. Jelen.

- Muş: 10 km doğuda Karasu nehri civarı, sulu çayırlar, 1700 m, 15.06.1996, F.1040. İran-Turan elementi.

**B8:** *Veronica anagalloides* Guss.

- Muş: 10 km doğuda Karasu nehri civarı, sulu, kumlu çayırlar, 1650 m, 16.06.1997, F.1060, 1061.

**B9:** *Veronica anagallis-aquatica* L. subsp. *lysimachioides* (Boiss.) M. A. Fischer.

- Van: Vankalesi güneyi, 1680 m, 24.07.1997, F.629-b, 685. İran-Turan elementi.

**B9:** *Veronica anagalloides* Guss.

- Van: Doğanlar köyü vadisi, gölet civarı, sulak alanlar, 1900 m, 19.06.1996, F.1102! Erçek gölünün doğu kıyısında, demiryolu kenarı boyunca, sulak alan, 1800 m, 24.07.1997, F.480 (aromatik), 504! Gevaş'tan Reşadiye'ye

2-3 km yol kenarı, su kanalları yanı, 1650 m, 06.06.1997, F.5-c, 5-b (aromatik)! Gürpınar, Nordus, Beyazbulag yaylası, 1800 m, 19.06.1997, F.17.

- Bitlis: Ahlat'tan Tatvan'a 2 km, sulak alanlar, 1680 m, 06.06.1997, F.2 (aromatik).

**B9:** *Veronica beccabunga* L. subsp. *abscondita* M. A. Fischer.

- Van: Gevaş-Tatvan çıkışı 3.km, 1650 m, 06.06.1997, F.5-a! Edremit, Şamran kanalı altı, Araştırma hastanesi üstü, 1700 m, 20.07.1997, F.342! Edremit, Elmalık köyü içi, durgun dere suyu akarlarında, 1700 m, 20.07.1997, F.355. İran-Turan elementi.

**B9:** *Veronica beccabunga* L. subsp. *muscosa* (Korsh.) M. A. Fischer.

- Van: Erek dağı kuzeyi, Değirmen köyünün üstü, kumlu, çakıllı durgun akan sulu yerlerde, 1900 m, 09.09.1996, F.1076! Edremit, çevre yolundan güneye 1 km, Şamran kanalı altı, sulu çayırlar, yol kenarı, 1700 m, 29.09.1996, F.1001! Edremit, Yüksek İhtisas Hastanesi üstü, sulu çayırlar, 1700 m, 23.11.1997, F.1077! Edremit, Şamran kanalı altında, sulu, kumlu alanlar, 1700 m, 20.07.1997, F.320. İran-Turan elementi.

**B9:** *Veronica heureka* M. A. Fischer.

- Van: Gürpınar, Beyazbulag yaylası, durgun akan kaynak suları çevresinde, 1900 m, 19.06.1997, F.16 (aromatik)! Gevaş-Tatvan yönünde 3.km, yol kenarı, sulak yerler, 1650 m, 06.06.1997, F.5-d (aromatik)! Edremit, Araştırma hastanesi üstü, sulak yerler, 1700 m, 12.07.1997, F.310 (aromatik)! Muradiye şelalesi, 1700 m, 20.06.1997, F.23.

- Bitlis: Adilcevaz-Erçiş çıkışında, yol kenarı, sazlık alan, 1650 m, 06.06.1997, F.1-c (aromatik). İran-Turan elementi.

**B9:** *Veronica poljensis* Murbeck.

- Van: Havaalanı üstü, çevreyolu kenarı, bataklık, 1650 m, 06.06.1996, F.352! Edremit, Şamran kanalı civarı, sulak alanlar, 1700 m, 06.06.1997, F.6! Erçek gölü güneyi, demiryolu kenarı, sulak alanlar, 1900 m, 24.07.1997, F.451 (aromatik)! Edremit, Araştırma hastanesi üstü, 1700 m, 23.11.1997, F.1075.

**B10:** *Veronica anagallis-aquatica* L. subsp. *oxycarpa* (Boiss. in Kotschy) A. Jelen.

- Van: Özalp-Van çıkışı 2.km, kaynak suyu önleri, yol kenarı, 1800 m, 24.07.1997, F.414.

- Ağrı:Hamur-Tutak arası, Murat çayı civarı, kaynak suyu yanları, 1500 m, 16.06.1996, F.1064. İran-Turan elementi.

**C10:** *Veronica anagallis-aquatica* L. subsp. *michauxii* (Lam.) A. Jelen.

- Hakkari: Şemdinli, Gomena tepe, doğu etekleri, kaynak suyu akarlarında, 1500 m, 30.06.1997, F.34. İran-Turan elementi.

**C10:** *Veronica anagallis-aquatica* L. subsp. *oxycarpa* (Boiss. in Kotschy) A. Jelen.

- Hakkari: Şemdinli, Tekeli köyü, yol kenarları, kaynak suyu çevresi, 950 m, 01.07.1997, F.50, 54! Yüksekova, merkez, dere kenarında, 1 km güney, 2000 m, 07.07.1997, F.92. İran-Turan elementi.

### Sonuç

Floristik grid karelerinden A8, B7, B8, B9, B10, C10 olmak üzere *Veronica* L. ((*Scrophulariaceae*) cinsinin *Beccabunga* Dumort. seksiyonuna ait 8 takson yeni kayıt olarak belirlenmiştir. Bunlardan *Veronica beccabunga* L. subsp. *muscosa* M.A.Fischer. B9 grid karesinde, Türkiye için yeni kayıt olarak belirlenmiştir.

### Kaynaklar

- Aktoklu, E., 1992. C6 Karesinden (Erkenek-MALATYA) Yeni Floristik Kayıtlar. Doğa Tr. J. of Bot., 16, 71-84.
- Aziret, A., DEMİRKUŞ, N., 1996. Baskil ve Çevresi (Elazığ) Florası Üzerine Bir Ön Araştırma. Y.Y.Ü. Fen Bil. Enstitüsü, Y. Lisans Tezi (Yayınlanmadı), Van.
- Behçet, L. ve Altan, Y., 1994. Van, Erçek, Turna ve Bostaniçi Göllerinin Sucul Florası. Tr. J. Of Bot., 18, 91-98.
- Behçet, L., 1989. B9 (Bitlis) Karesi ve Türkiye İçin Yeni Floristik Kayıtlar. Türk Bot. D., 13, 3.
- Behçet, L., ALTAN, Y., 1993a. B9 (Hizan-Bitlis) Karesi İçin Yeni Floristik Kayıtlar. Doğa Tr. Bot. J., 17, 29-31.
- Behçet, L., ALTAN, Y., 1993b. Van Gölü Havzasında (B9) Türkiye Florasına Katkıları. Doğa Tr. Bot. J., 17, 33-36.
- Behçet, L., Tatlı, A., 1989. Dumlu Dağları (Erzurum) Vegetasyonu Üzerine

Fitososyolojik Bir Araştırma. Doğa TU. Bot. D., 13, 3, 398-417.

Bonnier, G., 1934. Florae Complete Illustrée en Couleurs de France. Tom 8, pp. 60-61, Paris.

Chrtek, J., et al., 1981. *Veronica* sect. *Beccabunga* in Egypt. Folia Geobot. Phytotax., Praha 16, 423-437.

Davis, P. H., 1978. Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol. 6, Univ. Press., Edinburgh.

Davis, P. H., 1971. Distribution patterns in Anatolia with particular reference to endemism. Plant Life of South-West Asia. P. 15-17, Edinburgh Univ. Press.

Davis, P. H., 1988. Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol.10 (supplement). Univ. Press., Edinburgh.

Demirkuş, N., 1994. Çiçek Dağı ve Çevresinin (Posof-Kars) Florası Üzerine Bir Araştırma. Hacettepe Fen ve Müh. B. Der., 15, 1-47, Ankara.

Donner, J., 1985. Verbreitungskarten zur P. H. Davis, Flora of Turkey. 1-8, Linzer Biol. Beitr., 17, 1-20.

Donner, J., 1987. Verbreitungskarten zur P. H. Davis, Flora of Turkey. 9, Linzer Biol. Beitr., 19, 3-16.

Fischer, M. A., 1981. *Veronica*. In Rechinger, K. H., (ed.), Flora Iranica. Tab. 147, 247, Graz. Akad., Ges.

Fischer, M. A., 1985. *Veronica beccabunga*. Gliedert Sich in Drei Vikarierende Unterarten. Flora D., 176, 117-128.

Fischer, M. A., et al., 1984. *Veronica scardica*-A Neglected Species of The Serbian Flora. Institute of Botany and Botanical Garden, Faculty of Science, 18, 37-53, Beograd.

Gümüş, İ., 1992. Çakmak Dağları (B9-Ağrı) Florasına Giriş. Doğa. Tr. J. Bot., 16, 54-70.

Gümüş, İ., 1992. Tahir Dağları ve Güzeldere Havzası (Ağrı) Step Vej. Bitki Sosy. Yönünden Araştırılması. Doğa TU. Bot. D., 16, 153-175.

Heywood, V. H., TUTIN, T. G., 1972. Flora Eurpaea. Vol.3, pp. 242-251, Univ. Press, Cambridge.

Huber-Morath, A., 1987. Last Complement to P. H. Davis Flora of Turkey, 1-9, (1965-1985), I., Condollea, 42, 717-769.

- Huber-Morath, A., 1988. Last Complement to P. H. Davis Flora of Turkey, 1-9, II., Condollea, 43, 27-72.
- Kaya, A., Demirkuş, N., 1996. Uzundere (Kargapazarı Dağları) ve Çevresi (Erzurum) Florası Üzerine Bir Ön Araştırma. Y.Y.Ü. Fen Bil. Enstitüsü, Y. Lisans Tezi (Yayınlanmadı), Van.
- Ocakverdi, H., 1994. Akkaya, Arpaçay, Melikköy ve Değirmenköprü Köy Yaylası (Kars) ile Sovyet Sınırı Arasında Kalan Bölgenin Bitki Sosyolojisi ve Ekolojisi Yönünden Araştırılması. Tr. J. of Bot., 18, 245-265.
- Özçelik, H., 1987. New Floristic Records From East Anatolia (B9). Doğa TU. Bot. Derg.
- Özçelik, H., 1989. New Floristic Records From B9 Square (Van). Ege Üniv., Fen Bil. Derg., 11, 1, İzmir.
- Öztürk, A., 1977. Erzurum İlinin *Veronica* L. Türleri Üzerinde Taksonomik Bir Araştırma. Doktora Tezi (Yayınlanmadı), 130 Sayfa, Atatürk Ü., Fen Fak., Erzurum.
- Öztürk, A., 1982. Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz Bölgelerinin *Veronica* L. Florası Üzerinde Sitotaksonomik, Klasik Taksonomik ve Fitocoğrafik Araştırmalar. Doçentlik Tezi (Yayınlanmadı), 101 Sayfa, Atatürk Ü., Fen Fak., Erzurum.
- Öztürk, A., 1983. Türkiye'nin *Veronica* L. (*Scrophulariaceae*) Taksonları için Yeni Durumlar ve Yeni Yayılışlar. Doğa Bilim Dergisi, 7, 532-537.
- Öztürk, A., 1990a. Erzurum Yöresinin Faydalı ve Tıbbi Yabancı Bitkilerinin Yerel Ad ve Kullanışları Yönünden Tanımları. Y.Y.Ü. Fen Bil. Enst. Derg., 1, 1, 1-18, Van.
- Öztürk, A., 1990b. Türkiye Florasındaki B Kareleri İçin Yeni Kayıtlar ve Bazı Tavsiyeler. Y.Y.Ü. Fen Bil. Enst. Derg., 1, 1, 11-25, Van.
- Öztürk, F., Behçet, L., 1998. Kurubaş Geçidi (Van) Florası. Ot Sistematik Botanik Dergisi (Baskıda), Ankara.
- Öztürk, A., Fischer, M.A., 1991. Additions and Corrections to the Genera *Veronica* L. and *Pseudolysimachion*. Y.Y.Ü. Fen Bil. Enst. Derg., 2, 2, 83-98, Van.
- Post, G. E., 1933. Flora of Syria, Palestine and Sinai. E nd. Ed., Vol.II., 299-307, Beirut.
- Rechinger, K. H., 1973. Flora Aegaea. PP. 480-484, Wien.
- Sorger, F. et MANN, M., 1987. Beiträge zur Flora der Turkei. VII., Linzer Biol. Beiträge, 19/1.
- Tatlı, A., 1989. Allahuekber Dağları Florasına Katkılar. Doğa. TU. Bot. Derg., 13, 3, 355-374.

# Atıksu Arıtımında Genetik Mühendisliği

ERDAL ÖBEK<sup>(1)</sup>, Ekrem ATALAN<sup>(2)</sup>, Ubeyde İPEK<sup>(1)</sup> ve Halil HASAR<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 23271 ELAZIĞ

<sup>(2)</sup>Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 65080, Zeve- VAN

**Özet :** Mikroorganizmalar farklı tipteki atık maddeleri zararsız hale dönüştürmede aktif rolleri olduğu bilinmektedir. Atık suların arıtılmasında genetik mühendisliği teknikleri kullanılarak yeni ve değişmeyen mutant mikroorganizmalar geliştirilebilir. Atık suların arıtımında kullanılan mikroorganizmalar günümüzde rekombinant DNA tekniği kolayca değiştirilmektedir. Genetik Mühendisliği, mikrobiyoloji, fizyoloji, ekoloji, biyokimya ve moleküler biyoloji bilim dalları arıtma işlemleri ile alakalı olduğundan arıtma sorununun çözümünde tüm bilim dallarının arasında işbirliği olması gerekir. Tek bir bilim dalı atık madde ve atık su arıtımı ile ilgili problemleri çözmek için yeterli bilgi içermez. Ayrıca çevresel uygulamalarda hem uygun mikroorganizma hemde fiziksel faktörlerin tanımlanması önemlidir.

**Anahtar Kelimeler :** Atık su, genetik mühendisliği, rekombinant DNA, arıtma

## Genetic Engineering In Refining Of Wastewater

**Abstract :** Microorganisms are known that have active role in recycling of different kind waste into harmless form. To refine wastewater a new stable mutant microorganisms can be developed using genetic engineering techniques. Genetic engineering involve the genetic manipulation of microorganisms for refining of wastewater. Since refining process consist of various field, genetic engineering, microbiology, physiology, ecology, biochemistry, molecular biology and process engineering should make collaborative study. Any scientific discipline do not contain sufficient information to solve the problem of refining of waste and wastewater. Thus, it is difficult to define appropriate microorganisms and physical factors in environmental applications.

**Key words:** wastewater, genetic engineering, recombinant DNA, refining

### Giriş

Hızlı kentleşme ve sanayileşme sonucu oluşan bol miktardaki katı, sıvı ve gaz atıklar, mikroorganizmalar tarafından bulundukları ortamda yok edilemediğinden, çevre kirliliği oluşturmaktadır. Gün geçtikçe artış gösteren atık maddelerin oluşturduğu çevre kirliliği canlıların sağlığında olumsuz etkilere neden olmaktadır. Çevre kirliliğine neden olan atıkların arıtılması canlıların sağlıkları açısından oldukça önemlidir. Canlıların kirlilikten etkilenmeleri ve zarar görmeleri kaçınılmaz bir durumdur. Çevre kirliliğine neden olan atıkların oluşturduğu kirliliği önleme ve azaltmada mikroorganizmaların oynadığı rol oldukça önemlidir. Ayrıca bazı mikroorganizmaların arıtımda istenilen neticenin alınmasında olumsuz etkileri olduğu bilinmektedir.

Katı, sıvı ve gaz atıkların giderilmesinde ve çevre kirlenmesinin önlenmesinde biyolojik yöntemler önemli bir yer alır. Doğada mevcut organizmalar, organik bileşiklerin parçalanması ve

sentezine katkıda bulunarak C, N, S, O ve P döngülerinde önemli rol oynarlar. Doğal şartlarda kontrolsüz olarak oluşan bu dönüşümler doğanın dengesini sağlarlar. Doğada mevcut olan bu organizmaları kullanarak reaktörlerde kontrollü şartlar altında, atık maddeleri doğada mevcut tehlikesiz bileşenlere (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>) dönüştürmek çevre mühendislerinin görevidir. İstenen dönüşümleri sağlayacak organizmaların doğadan bulunup çıkarılması, geliştirilmesi, atık maddelere adaptasyonu, arıtma sistemlerinin tasarlanıp kurulması, işletilmesi, kontrol ve analizi çevre mühendisliğinin kapsamı içerisindedir. Uygun organizmalar karışımı ile hemen her türlü organik bileşiği parçalamak mümkündür (Kargı, 1993). Çevre kirliliğine neden olan atıkların mikroorganizmalarca parçalanıp yararlı hale getirilmesinde belli metabolik aktivite gösteren mikroorganizmalardan yararlanılmaktadır. Gelişmiş ülkelerde mikroorganizmalar yoluyla atıkların temizlenmesi çalışmaları oldukça yaygın uygulama

alanı bulmuştur. Son yıllarda yapılan genetik çalışmalarda farklı enzim aktivitesi gösteren mikroorganizmaların kalıtsal materyallerinin birleştirilmesi ve süper mikroorganizma (superbug) elde edilmesi amaçlanmaktadır. Biyolojik arıtmadaki hariç diğer birçok mikroorganizmanın genetik yapıları genelde bilinmemektedir. Bu derleme çalışmasında, atıksu arıtımında genetik mühendisliğinin uygulanabilirliği araştırıldı. Ayrıca atıksuyun karakterizasyonu ile biyolojik arıtımında mevcut bazı problemlere genetik mühendisliğince getirilen çözüm önerileri verildi.

### **Çevrede Mikroorganizmaların Fonksiyonları**

Evsel ve endüstriyel kaynaklı atıksular arıtım tesislerinde tam yada kısmen temizlenmeden çoğunlukla doğal su alıcı ortamına verilmesi, doğal su ortamları için tehlikeli çevre kirliliği oluşturmaktadır. Bu kirli atıksuların doğal su alıcı ortamlarına verilmeden, kaynaklarında arıtılarak doğal su alıcı ortamına verilmesi, arıtım düzeyine göre çevre kirliliğini önlemektedir. Atıkların, doğal ortamda oluşturduğu kirlilik türü ve miktarı kaynağına bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle çevre kirliliğini tanımlamak ve ana hatları ile sınıflandırmakta yarar vardır.

Çevre insan veya başka bir canlının yaşamı boyunca ilişkilerini sürdürdüğü dış ortamdır. Hava, su ve toprak bu çevrenin fiziksel unsurlarının, insan, bitki ve diğer mikroorganizmalar ise biyolojik unsurlarını teşkil etmektedir. Doğanın temel fiziksel unsurları olan hava, su ve toprak üzerinde olumsuz etkilerin oluşması ile ortaya çıkan ve canlı öğelerin hayati aktivitelerini olumsuz yönde etkileyen çevre sorunlarına çevre kirliliği adı verilmektedir. Çevre kirliliği şu şekilde sınıflandırılır; a) Çevre özelliklerine göre; fiziksel kirlenme, kimyasal kirlenme ve biyolojik kirlenmedir. b) Çevresel unsurlara göre; hava kirliliği, toprak kirliliği ve gıda kirliliğidir. c) Kaynaklarına göre; endüstriyel, kentsel ve tarımsal kaynaklı çevre kirliliğidir (Topbaş ve ark., 1998).

Yukarıda yapılan sınıflandırmalar genel bir sınıflandırma olup, temel sorunlar göz önünde bulundurularak temel bir fikir vermesi amacıyla yapılmıştır. Çevre; bir organizma veya organizmalar toplumunun yaşamını sağlayan ve onu sürekli etkisi altında bulduran süreçler, enerjiler ve maddesel varlıkların bütünüdür. Diğer

bir ifade ile organizmaların yaşamı üzerinde etkili tüm faktörlerdir. Ancak biyosferde çevre faktörleri o kadar çeşitlidir ki, bu faktörlerin tümünün bir canlı veya canlı grubunun etkilemesi özellikle mekan açısından mümkün değildir. Bu nedenle canlılar çevre koşulları açısından kendilerini belli yerleşim alanlarına adapte ederek yaşamaktadırlar. Tüm canlılar yaratılışından günümüze değin birbirleri içinde buldukları ortamlarda beslenme, barınma ve çoğalma gibi amaçlarda çok karmaşık ilişkiler kurarak yaşamışlardır. Bu ortamların hepsinin kendine özgü canlı grupları ile madde dolaşımı ve enerji akımları vardır. Tüm bu ilişkileri belirleyen canlılar her ekosisteme özel olduğu gibi mikroorganizmalarda ekosistemlere özel olarak değişir.

Doğadaki mikroorganizmalar çok nadiren saf kültür halinde bulunabilirler. Çoğu zaman bakteri, mantar, alg ve protozoalar karışık olarak bir ortamı paylaşırlar. Her mikroorganizma türü gelişme ve çoğalmasını çevre şartları uygun olduğu müddetçe yapabilir. Besin maddelerinin azalması, sıcaklık, nem ve pH gibi faktörlerin değişimi mikrobiyal populasyonlar üzerinde seçici etki yapar. Türlerin canlı kalması ve gelişmesi için canlı ve cansız çevre faktörlerine uyum sağlaması gerekir. Mikroorganizmalar buldukları ekosistemlerde gösterdikleri metabolik faaliyetleri ile madde dolaşımını ve enerji akımları üzerinde anahtar parametre görevi üstlenirler. Bu nedenlerle mikroorganizmalar olmadan hayatın devamından söz edilemez. Mikroorganizmaların ekosistemlerdeki temel fonksiyonları onların buldukları ortamda gösterdikleri metabolik aktiviteleri sonucunda oluşturulur. Mikroorganizmaların grup ve türü belirtmeden genel aktiviteleri şöylece sıralanabilir;

1. Salgıladıkları çeşitli enzimlerle organik maddeleri fermente ederek daha küçük moleküllere dönüştürürler.
2. Organik maddeleri parçalayarak mineralize ederler. Böylece doğada madde döngüleri sağlanarak, atık organik maddelerin tekrar kullanımı meydana gelir.
3. Organik maddeleri veya mineral maddeleri beslenme ve çeşitli yollarla bünyelerine alarak ortamdaki uzaklaştırırlar, yani stabilize ederler. Böylece kanalizasyon ve alıcı ortamda bulunan biyolojik atıkların arıtılmasını sağlarlar.



4. Azot ve kükürt gibi birçok maddeyi bitkilerin kullanabileceği forma dönüştürürler.
5. Çeşitli asit ve salgılar salgılayarak kayaların parçalanmasını sağlamak suretiyle toprak oluşumuna yardımcı olurlar.
6. Kompostlamada görev alarak katı atıkların bertaraf edilmesi ve organik gübreye dönüştürülmesinde görev alırlar.
7. Ürettikleri enzimlerle fermantasyon yapar, fermente ürünler, antibiyotik gibi insanlar için son derece önemli maddeler oluştururlar.
8. Birçok canlı ile simbiyotik yaşayarak canlının metabolik faaliyetlerine yardımcı olurlar.
9. Oksijen üreterek (algler) doğadaki oksijenin yenilenmesinde önemli görevler alırlar.
10. Beslenme basamaklarında birçok canlının besinini oluştururlar.
11. Bazı toksik maddeleri antitoksik hale getirirler, birçok patojenin üremesini engelleyici antibiyotik maddeler üretirler.
12. Sanayi atıkları ve insektisitler gibi ayrışması zor maddeleri biyolojik olarak ayrıştırabilirler ve bazı mikroorganizmalar bu konuda seçicidir. Bu alanda genetik çalışmalar hızla ilerlemektedir.
13. Bazı maddeleri seçici olarak almak suretiyle suların arıtımında görev alabilirler (*Bacillariophyta*'ların silikalari ayrıştırması gibi).

Yukarıda ana hatlarıyla bazı fonksiyonları anlatılan mikroorganizmaların bunların yanında doğada birçok görevleri vardır. Tüm bu fonksiyonları ile madde döngüleri ve enerji akımlarının birer halkasının oluşturarak ekolojik döngülerin devamlılığını ve doğal dengenin korunmasını sağlarlar. Kısaca mikrobiyal aktivite olarak adlandırdığımız mikroorganizmaların çeşitli metabolik etkinlikleri olmadan doğada hiçbir madde çevrimi sağlanamaz ve hayatın devamı mümkün olmaz.

Evsel atıkların birçoğu ile arıtılmadan kanalizasyona verilen endüstriyel atıklar tamamen alıcı ortam denen sulara ve topraklara verilmektedir. Böylece organik ve inorganik madde bakımından zengin bu yerlerde mikroorganizma sayısı da çok artmaktadır. Özellikle planktonik algler sulara çokça bulunarak fotosentez yoluyla organik madde üretirken, diğer taraftan da birçok deniz canlılarının besin kaynağının oluştururlar.

Planktonik algler belirli bölgelerde çok miktarda gelişerek suların renk, koku ve tadını önemli derecede etkilerler. Birçok bakteri sulara çözünmüş veya parça halinde bulunan organik atıkları parçalayarak mineralize eder. Mikroorganizmalar büyüme ve üremeleri için gerekli olan enerjiyi sağlamak için organik ve inorganik maddeleri kullanırlar ve metabolik faaliyetleri esnasında değişik formlarda oksijene gereksinim duyarlar. Atıksu arıtımında kullanılan mikroorganizmalar su içerisinde çözünmüş oksijene bağlı olarak üç gruba ayrılırlar. Bunlar aerobik, anaerobik ve fakültatif mikroorganizmalardır.

Kanalizasyon sistemi ile nehir, göl ve denizlere verilen atıksular evsel ve endüstriyel olmak üzere iki kökenlidir. Evsel atıksularda hem organik (300 mg/lt) hem de anorganik (500 mg/lt) maddeler bulunur. Endüstriyel atık suların bileşimi ise kullanılan teknolojiye göre toksik, organik, sentetik organik ve anorganik olabilir. Kanalizasyon suyu organik ve anorganik bileşikler bakımından zengin olduğu için bol miktarda mikroorganizma içerir.

Mikroorganizmalar atıksulardaki organik ve anorganik maddeleri fermantasyon, mineralizasyon ve stabilizasyon olmak üzere üç ana metabolik işlem sonucu arıtılmaktadır. Tüm mikrobiyal arıtma işlemleri benzer biyokimyasal yollarla olur. İşlemlerdeki farklılıklar proje tasarımı ve sistemler arasındaki farklılıklardan kaynaklanan mekanik etkilerden oluşur. Mikroorganizmalar atık sulardaki organik maddeleri yani protoplazma oluşturmak için bünyelerine alarak fermente ederek veya parçalayarak daha küçük moleküllere ayırarak veya mineralize ederek ortamdan uzaklaştırırlar. Mikroorganizmaların organik maddeleri mineralize etme ve inorganik maddeleri bünyelerine alma özelliklerinden yararlanarak çağımızda kentleşme ve sanayileşmenin sonucu oluşan birçok atık madde, kurulan tesislerde mikrobiyal faaliyet ile çevreye zararsız hale dönüştürülmektedir. Bu anlamda katı ve sıvı birçok atığın arıtılmasında mikroorganizmalar aktif olarak kullanılmaktadır (Nuhoğlu, 1996). Mikroorganizmaların aktivitelerinden daha fazla yararlanabilmek için mikrobiyal reaksiyonların ve manipulasyonları hem çevresel hem de genetik tanımlanması gerekir. Mikroorganizmalar farklı ve önemli karakterler taşır. Bunlar;

1. Yüzey alanın hacme oranının yüksek olması nedeni ile metabolizma ve biyosentezin yüksek hızını desteklemek için gerekli nutrientlerin hızlı alınımını sağlar.
2. Ticari işletmeler için sekonder metabolitlerin üretiminde temel rol oynarlar.
3. Farklı ekolojik faktörlere toleranslı olmaları nedeni ile kültüre alınmalarını kolaylaştırmaktadır.
4. Mikroorganizmaların spesifik biyokimyasal reaksiyonları gerçekleştirebilmeleri.
5. İstenilen bileşiklerin üretimi çevresel ve genetik manipulasyonlarla hem *invivo* hem de *invitro* şartlarda artırılabilir.
6. Farklı türler aynı reaksiyonu katalizleyen oldukça farklı enzimleri üretirler (Demain, 1984).

Aktif çamur prosesi ilk olarak gerçekleştirildiği 1914'den beri atıksu arıtımı, kanalizasyon ve endüstriyel atıkların ayrıştırılması ve toksiklerin giderilmesinde mikroorganizmalar kullanılmaktadır. Çamur prosesinin şekli, herbir organizmanın atık materyal bileşenlerini parçalama ve tüm sistemde diğerleriyle birlikte (kompleks) olma yeteneğinden dolayı doğal olarak oluşan/oluşturulan mikroorganizma popülasyonuna bağlıdır. Yapılacak iş, çamuru istenilen mikroorganizma kültürleri ile inoküle ederek zenginleştirmek olacaktır. İnoküle edilen mikroorganizma kültürleri, endüstriyel atıktaki spesifik bileşikleri ayrıştırmak için hazır olacak ve bunları parçalayacaktır.

Çevredeki toksik bileşiklerin mevcudiyeti, tabiat için büyük bir sorun teşkil etmektedir. Birçok mikroorganizma sentetik organik kimyasal bileşikleri tamamen inorganik materyallere dönüştürecek yeteneklere sahiptir. Pseudomonaslar, özellikle organik bileşiklerin parçalanmasında aktiftirler Pseudomonasların bazı türleri, yapı bakımından çoğu ender olarak görülen 100'den fazla organik bileşiği parçaladığı bilinmektedir (Demain, 1984). Bununla birlikte tabiatta bazı sentetik bileşikler mikroorganizmalarca karbon (C) kaynağı olarak tamamen parçalanamaz, ancak diğer organik maddelere dönüştürülerek başka organizmaların istedikleri forma dönüştürülür ve bu işleme kometabolizma denir. Bazı inatçı pestisitler, poliklorlanmış bifeniller, sentetik polimerler, sulfaktanlar, toprağın azotca zenginleştirilmesi gibi

sorunlar, petrol ve ürünlerinin tabiatta oluşturdukları sülfür bileşikleri mikroorganizma faaliyeti sonucu çözümler geliştirilebilmektedir (Alexander, 1973, 1980; Malik, 1978). Özellikle *Pseudomonas putida* bakterisi türünün taşıdığı plazmidler üzerinde bulunan yapısal genler vasıtasıyla petrolün yapısında bulunan hidrokarbonların daha hızlı şekilde parçalanırken *Thiobacillus* bakterileri ise bakır ve uranyum gibi değerli elementlerin yüksek grade (leaching) elde edilmesinde etkili rol oynarlar. Bu amaçla bakterilerin genomunda yapılacak genetik manipulasyonlarla bu özellikleri artırılabilir veya kuvvetlendirilebilir.

Dört çeşit mikroorganizma tipi evsel atıkların arıtımında kullanılmaktadır. Bunlar, fungi, alg, fotosentetik bakteri ve oligotroflardır (Rittmann, 1984). Fungi, kompleks organik maddeleri kısmen parçalayabildiğinden oldukça önemlidir. Bu özellik onların maddelerin parçalanmasında faydalı kılar ve fungi çamur ile süpürüntülerin kompostlaştırılma florasının önemli bir ögesidir. Fungi, kompleks organikleri ve nispeten yüksek katı içeren sistemlerde seçilmektedir. Alg'ın esas avantajı, enerji kaynağı olarak ışığın ve elektron vericisi olarak da suyun kullanımından büyümeleleridir. Bu yüzden büyük alg biyokütellerinin gelişimi, biyolojik proseslerde (organik karbon ve enerji kaynakları) faydalı sınırlayıcı faktörlerden bağımsız olabilir. Alg dirençli organik bileşikleri adsorblamak için faydalı olabilir. Bunlar heterotrofik mikroorganizmaların büyümesi için organik ürün sağlamakta ayrıca fotokimyasal reaksiyonları katalize etmektedirler. Alg stabilizasyon lagünlerinin kritik bir unsuru olmasına rağmen, az bir miktarı bile üstte anlatılan fonksiyonları gerçekleştirmektedir. Algleri büyütme, ortamda tutmak ve kontrol etmek diğerlerine göre daha hassasiyet gösterir. Fotosentetik bakteriler de enerji kaynağı olarak ışıkla büyüme avantajına sahiptir. Fototroflar, suyun organik madde içeriğinden bağımsız olarak biyokütle büyümesini sağlamaktadır. Fotosentetik bakteri, anaerobik sistemlerde üretilen H<sub>2</sub>S'i okside edebilir ve klor gidermede çöktürücü niteliktedir. Işık, indirgenmiş sülfür ve anaerobik şartlar fotosentetik bakteriyi önemli kılmaktadır. Oligotrofik mikroorganizmalar, düşük nütrient konsantrasyonlara kısmen adapte olan

mikroorganizmalardır. Oligotroflar, herhangi bir mikroorganizma grubundan olabilmesine rağmen, bakteri en favori olanıdır. Çok düşük nütrient konsantrasyonları mevcut olduğunda, oligotrofların ortama uygulanması en avantajlı durum olur. Oligotrofların seçimi ve akümülyasyonu ile ilgili çalışmalar, halen araştırma aşamasındadır. Endüstriyel atıksular, su ortamında ve evsel atıksu arıtma sistemlerinde yaygın olarak bulunan organizmaların normal fizyolojik sınırların ötesinde fiziksel ve kimyasal karakteristikleri açısından kritik ortamlardır. Bununla birlikte klasik arıtım, evsel atıksu arıtma tekniklerine dayanır ve çoğu kez böyle sistemlerden alınan aşı ile işletilir. Birçok endüstriyel atıksuyun ekstrem özelliklerinden dolayı, bu sular klasik teknikler ile arıtılmadan önce çeşitli ön ayarlamaları gerekmektedir.

Kirlilik kontrolü için toksik bileşikler parçalamak için yeni organizmalar geliştirilmektedir. Mikroorganizma modifikasyonu sonucu bir maddeyi parçalayabilme özelliği kazandırıldığından aslında mikroorganizma kendisi yeni bir ürün kabul edilebilir. Bu amaçla Chakrabarty (1978), Kellogg ve arkadaşları (1981) çok sayıda farklı maddelerin degradasyonunu sağlayan genleri taşıyan plazmidleri organizmaya aktararak organizmanın besin spektrumunu artırmışlardır. Sonuçta ortaya çıkan organizma *Pseudomonas cepacia* 2,4,5-T bileşiğini hem karbon hemde enerji kaynağı olarak kullanabilme özelliğini kazanmıştır. Rekombinant DNA teknolojisi kullanılarak tabii veya plazmid transferi yapılmış strainlerle parçalanamayan rekalsitran moleküllerini parçalayan mikroorganizma geliştirilebilmektedir. Genetik olarak değiştirilmiş mikroorganizma atık suların arıtımında kullanılabilir. Böylece rekombinant DNA teknolojisi gelecekte çevresel problemlerin çözümünde rolü büyük olacaktır. Bu yöntemle hem atık maddelerin arıtılması hemde toksik etkisi olan bileşiklerin toprakta, suda barajlarda, göllerde ve diğer habitatlarda ya tamamen veya düşük oranda etkisi olacaktır. Bunun yanında hem ekologlar hemde genetikçiler bu tip organizmaların çevreye salıverilmesinde dikkatli olmalıdırlar.

Kanalizasyon atık maddeleri lağam suyu, bu sudan oluşan çamur ve süprüntüden oluşur. Bu üç tip atık insanların beraberce yaşadıkları ortamlarda sürekli oluşur. Bu atıkların arıtılması ve oluşan

atıkların ortamdaki kaldırılmaları genelde belediyelerin ve diğer kamu kuruluşların çözümlenmeye çalıştıkları problemlerdir.

Genetik mühendisliği teknikleri ile mikroorganizmalar da istenmeyen karakterlerin eliminasyonu ve iki yada daha fazla organizmadan istenen genetik bilgiyi laboratuvar şartlarında biraraya getirmek mümkündür. Böylece mikroorganizmalar tarafından normalde sentezlenemeyen maddeler, genetik mühendisliği işlemleri sayesinde sentezlenebilir hale getirilmektedir. Yalnız manipüle edilecek mikroorganizma türünün hali hazırda kullanım bulan bir tür olması gerekir. Genetik mühendisliğinin ana hedefleri arasında yeni mikroorganizmalar bulmaktan ziyade mevcut türlerdeki genetik bilgiyi değiştirerek daha üretken şekillere dönüştürmek, karmaşık biyokimyasal olayları çözümlenmek, bu olayların akışını değiştirmek ve mikroorganizmaları yönetilebilir hale getirmektir. Genetik olarak geliştirilmiş mikroorganizmalar atıksu arıtımında da kullanılabilir. Böylece genetik mühendisliği çevre uygulamalarında da atık azaltma ve gideriminde de önemli bir rol oynar.

Bu çalışmamızda atık maddelerin arıtılmasında ve tekrar ekonomiye kazandırmada genetik kontrolün ne derece uygulanabileceğini göstermektedir. Bu nedenle ilk olarak arıtımla ilgili teşhisi yapılmış problemlerin çözümlenmesinde 4 potansiyel öneri yapılmaktadır. Bunlar arıtım işleminin ilgili teknolojik gelişmelerle geliştirilmesi (Friello *et al.*, 1976), ortaya çıkan yeni sorunlar için yeni teknolojilerin uygulanması, halihazırda arıtımda kullanılmayan mikroorganizma türlerinin seçilerek kullanılması ve arıtım için uygun mikroorganizmaların rekombinant teknolojisi kullanılarak geliştirilmesidir. Bu çalışmamızda genetik mühendisliğinin arıtımda kullanılan mikroorganizma türlerinin geliştirilmesi üzerinde duracağız.

### **Rekombinant DNA Teknolojisi Ve Gen Klonlama**

İki farklı DNA molekülünün birleştirilmesi anlamına gelen "Rekombinant DNA" genel olarak son yıllarda gelişmekte olan moleküler biyolojik tekniklere verilen bir isimdir. Rekombinant DNA veya genetik mühendislik metot ve kavramları

1997; Dubey, 1998). Rekombinant DNA teknolojisi ile bakteri mutantlarının elde edilmesi basit hale getirilebilir. Çünkü onunla istenilen genetik markırları içeren fragmentler saflaştırılabilir, değiştirilebilir ve deney tüpünde kombine edilerek daha sonra diğer bir hücreye sokulabilirler. Bu zaman ve emekten tasarruf sağlar ve standart genetiksel tekniklere göre mutant elde edilmesini daha pratik kılar (Bahçeci, 1993).

Buraya kadar anlatılanların ışığında evsel ve endüstriyel atık suların arıtım ve gideriminde karşılaşılan problemlerin genetik mühendisliğince nasıl iyileştirilip giderilebileceğini vermeye çalışacağız. Genetik mühendisliğinde, yeni mikroorganizmaların faydalı kullanımı üç aşamayı gerektirmektedir. Bu aşamalar istenilen fonksiyonu yürütebilen bir organizmanın tanımlanması, organizmaların büyümesini sağlayan bir ortamın sağlanması ve istenilen reaksiyonu verimli hale dönüştürecek reaktör sisteminin kullanılmasıdır. Genetik mühendisliğinde, arıtma şartları altında muvaffak olabilen, başka bir ifadeyle arıtma ortamına uygun organizmaların kullanımı esas alınır. Bu nedenle organizmaların fonksiyonlarının gen düzeyinde iyi tanımlanması gerekir. Evsel ve endüstriyel atıksu ve çamurun biyolojik arıtımında istenilen yeni düzenlemeler içerisinde yer alan bir mikroorganizmanın kullanımı ve / veya genetik manipülasyonu sonucu birçok problemin çözüm bulunacaktır.

Evsel atıksuların biyolojik arıtımında mevcut olan aktif bulking çamurunun eliminasyonu, biyofilm tutunması, damlatmalı filtrelerde çamurlaşmanın önlenmesi, aerobik proseslerde O<sub>2</sub> limitlerinin azaltılması, P gideriminin sağlanması, ksenobiyotik organikleri parçalama, toksikleri yok etmede genetik manipülasyonu uygulama ve bunun yanısıra P giderimi, koku generasyonunu önlemede yeni bir mikroorganizma kullanımı gibi problemlerin çözümlenebileceği belirtilmiştir. Aynı şekilde biyolojik atıksu çamur arıtımı esnasında oluşan aerobik parçalayıcıların kararsızlığının giderilmesi, çamurun susuzlaştırılması, çamur kompostlaştırmanın daha verimli ve hızlı gerçekleştirme ve çamurdan ağır metal eliminasyonu gibi temel sorunların çözümünde etkili olduğu belirtilmiştir (Rittmann,1984). Aynı araştırmacı bu problemlerden bazılarının çözümünü de şu şekilde ifade

etmektedir. Aktif çamur kabarmasının, iyi çökmeyen çamur olayının ve katı madde kayıplarının önlenmesi, istenen flok meydana getiren bakterilerin büyümesini ya da istenmeyen filamentli mikroorganizmaların gelişmesini kontrol eden faktörlerin belirlenmesiyle olur. Arzu edilen sonuç, güçlü olarak floklaşan (yumaklaşan) ve flokların içinde çok düşük çözünmüş oksijen konsantrasyonlarda bile iyi çalışabilen bakteri suşlarının elde edilmesidir. Film oluşturan bakterinin yada biyofilmlerin bağlanışının (malzemeye, taş, vs.) artırılması, hücrelerin güçlü adhezyonu ve şartların değişmesini sağlayan faktörleri kapsar. Stabil nitrifikasyon oranı nitrifiye edici bakteriler tarafından daha hızlı artırıldığından heterotroflarla karşılaştırıldığında daha yüksek olacaktır. Çözünmüş oksijen limitasyonunun azaltılması ve CO<sub>2</sub>'i bağlama gereksinimi büyüme hızlarını artıracaktır. Oksijen limitasyonunun azaltılması, O<sub>2</sub>'ye daha yüksek ilgisi olan elektron aktarım enzimlerini oluşturacak modifikasyonla olur. Eğer mikroorganizmalar seçilirse ya da kuru hücre materyallerindeki P içeriklerini artırmak için manipule edilirse, daha fazla biyolojik fosfor uzaklaştırılması mümkün olacaktır.

Ksenobiyotik organik bileşiklerin biyolojik ayrışması, arıtma sistemlerinde kullanılan mikroorganizmaların ksenobiyotikleri ayrıştırarak enzimlere de sahip olması yoluyla olur. Böyle fonksiyonlar, arıtma proseslerinde yaşayan mevcut organizmalara transfer edilebilecektir. Anaerobik proseslerde H<sub>2</sub>S'in oluşumundan kaynaklanan kokular, ototrof veya litotrof mikroorganizmaların kullanılması ile önlenecektir. Anaerobik parçalama ya da kompostlama, kompleks organik katı maddelerin hidroliz hızlarının artırılmasıyla geliştirilmektedir. Ayrıca, daha az nütrient gereksinimleri ve inhibisyona daha az bağımlı olan methanogenler bulunursa yada oluşturulursa methanogenik prosesler daha kullanışlı olacaktır.

Son çalışmalar, belli işletme şartları altında flok oluşturuca bakterileri filamentli bakterilerin etkisinden kurtaran iki fizyolojik karakteri (flok oluşturuca bakterilerin) ortaya çıkarmıştır. Flok oluşturuca bakterilerin oksijen istekleri belirli filamentli bakterilere göre daha az olduğu bilinmektedir. Bu durum ikisini birbirinden ayıran önemli özelliştir. Genetik mühendisliğinin yüksek çamur kabarmalarını önlemek için kullanıldığı en iyi şekli, flok oluşturuca bakterilerin oksijen

meyilinin artırılmasıdır. Yükleme çok düşük olduğunda ikinci çamur kabarma problemi meydana gelir. Belirli filamentli bakteriler, flok oluşturucularla kıyaslandığında yavaş ölüm/solunum hızı oranıyla karakterize edilir. Flok oluşturucular için önemli bir avantaj ölüm/solunum oranının azaltılması olacaktır.

Bunlardan başka ekstrem ortam olarak belirlenen çeşitli endüstriyel atıksu ortamı benzersiz olmayıp mikrobiyal yaşamı destekleyen birçok doğal ortama benzediğinden bu doğal ortamlarda yaşayan mikroorganizmalardan yararlanmak mümkündür. Bu amaçla denizaltı hidrotermal bölgelerde aeroblardan anaeroblara kadar birçok bakteri türü olarak metilotroflar, methanotroflar, methanogenler ve sülfür bakterileri; alkali ve aşırı tuzlu göllerde yaşayan obligat heterotroflar ve methanogenler; düşük nem içerikli ortamlarda üreyebilen organizmalar, filamentli funguslar ve düşük pH içerikli atıklarda üreyebilen organizmalar kullanılabilir.

Seçilen ortamlarda endemik organizmaların manipüle edilerek partiküler bileşikleri metabolize etmek için substrata tutulması, bileşiklerin parçalanması için enzim üretiminin artırılması ve birçok substratı kullanacak genetik yapıları modifiye edilmiştir. Bu özelliklere sahip organizmaların geliştirilmesi genetik mühendisliğinin kompleks atıksu arıtımının uygulanmasında da oldukça önemli bir özelliğidir (Rittmann, 1982).

### Sonuçlar

Atıkların biyolojik arıtımında, iyi proses kontrolü ve mevcut mikroorganizmaların geniş çapta uygulanması henüz yeterli seviyede değildir (Rittmann, 1982). Genetik mühendisliği, uygulanmadan önce kullanılacak organizmaları fizyolojisi, biyokimyası ve genetiklerinin bilinmesi, organizmaların adapte edileceği ortamların ekolojisinin bilinmesi gerekir (Kobayashi, 1983, 1984). Arıtımın farklı safhalarından ve kompleksliğinden dolayı, biyokimya, mikrobiyoloji, ekoloji, moleküler biyoloji ve proses mühendisliği bilim dallarının koordinasyonlu çalışmaları gerekli kılmaktadır. Hiçbir disiplin bütün bu gerekli bilgilere ve bütün işi yapacak yöntemlere sahip değildir (Rittmann, 1982). Farklı ortamlarda yaşayan organizmaların (deniz ortamında, aşırı tuzlu ve alkali ortamlarda

v.b.) gen düzeyinde tanımlanıp bunlardan elde edilecek mutantların, istenilen ortama adapte edilerek arıtım sağlanabilir. Rekombinant DNA teknolojisinin kullanımı ile doğal ırklarca parçalanamayan molekülleri parçalayabilen mikroorganizmaların geliştirilmesi çevre uygulamalarında atıkların gideriminde ve arıtımında önemli rol oynayacağı bir gerçektir.

### Kaynaklar

- Alexander, M.** 1973. Nonbiodegradable and recalcitrant molecules. *Biotechnol. Bioengineering*. **15**: 611-647
- Alexander, M.** 1980. Biodegradation of chemicals of environmental concern. *Science* **211**:132-138.
- Bahçeci, Z.** 1993. *Moleküler Biyoloji*. Atatürk Üniversitesi, Fen Edb. Fak. Yayınları, Erzurum.
- Demain, A.L.** 1984. Capabilities of microorganisms and microbiologist. In *Genetic Control of Environmental Pollutants*. Edited by G.S. Ommen and A. Hollaender, Volume 28, pp. 277-299. Plenum Press, Newyork.
- Dubey, A.L.** 1998. Biomass: A renewable source of energy. In *Biotechnology*, pp. 289-308. Chand and Company Ltd., New delhi, India.
- Friello, D.A., Mylroie, J.R. and Chakrabarty, A.M.** 1976. Use of genetic engineered plasmid microorganisms for rapid degradation of fuel hydrocarbons. In *Proc. Int. Biodegradation Symposium, 3<sup>rd</sup>, 1975*, pp. 205-213. Edited by J.M. Sharpley and A.M. Kaplan. Applied Sciences Publishers Ltd., London.
- Glazer, A. N. and Nikaido, H.** 1995. *Microbial Biotechnology: Fundamentals of Applied Microbiology*. Edited by W.H. Freeman, Newyork.
- Gupta, P.K.** 1997. Biotechnology and environment: pollution control. In *Elements of Biotechnology*, pp. 511-523. Rastogi Publications, Meerut, India.
- Kargı, F.** 1993. *Çevre mühendisliğinde Biyoprosesler*. Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Yayınları, İzmir.
- Kellogg, S.T., Chaterjee, D.K. and Chakrabarty, A.M.** 1981. Plasmid assisted molecular breeding: new techniques for enhanced biodegradation of persistent toxic chemicals. *Science* **214**:1133-1135.
- Kobayashi, H.A.** 1984. Application of genetic engineering to industrial waste/wastewater

- treatment. In *Genetic Control of Environmental Pollutants*. Edited by G.S. Omenn and A. Hollaender, Volume 28:195-214. Plenum Press, Newyork.
- Kobayashi, H.A.** 1983. Use of photosynthetic bacteria for hydrogen sulfide removal from anaerobic waste treatment effluent. *Water Res.* **17**:579-588.
- Kornberg, A. and Baker, T.A.** 1992. *DNA Replication, 2<sup>nd</sup> edition*, Freeman, Newyork.
- Madigan, T., Martinko, J.M. and Parker** 1997. Genetic engineering and biotechnology. In *Biology of Microorganisms*, pp. 357-397, 8th edition. Prentice Hall Press, London.
- Malik, K.A.** 1978. Microbial removal of organic sulfur from crude oil and their environment: Some new perspectives. *Processes Biochemistry* **13 (9)**: 10-13.
- Mitra, S.** 1996. Genetic engineering: Principles and practice. In *Genetic Engineering*, pp. 59-63. Macmillan India Ltd, India.
- Nuhoğlu, Y.** 1996. *Çevre Mikrobiyolojisi*. Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Yayınları, Erzurum.
- Rittmann, B.E.** 1982. Comparative performance of biofilm reactor types. *Biotech. Bioengr.* **24**:1341-1370.
- Rittmann, B.E.** 1984. Needs and strategies for genetic control: Municipal wastes. . In *Genetic Control of Environmental Pollutants* **28**: 215-228. Edited by G.S. Omenn and A. Hollaender. Plenum Press, Newyork.
- Sambrook, J., Fritsch, E.F. and Maniatis, T.** 1989. *Molecular cloning: A Laboratory Manual, 2<sup>nd</sup> edition*. Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, NY.
- Topbaş, M.T., Brohi, A.R. ve Karaman, M.R.** 1998. *Çevre Kirliliği*. T.C. Çevre Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- Wu, R.** 1980. Recombinant DNA, *Methods in Enzymology* **68**. Academic Press, Newyork.



# Van İli Merkez İlçesinde Seçilmiş Bir Grup Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Ekonomik Açından Değerlendirilmesi

Tufan BAL<sup>(1)</sup>

İbrahim YILDIRIM<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü Türkiye

<sup>(2)</sup> Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü 65080 Van

**Özet :** Bu çalışmada Van İli Merkez İlçesi Tarım İl Müdürlüğü kontrolünde süt sığırcılığı yapan, seçilmiş bir grup işletmeler ekonomik açıdan değerlendirilmiştir. Çalışmanın esas materyalini tesadüfi örnekleme yöntemi ile belirlenen 40 işletmeden toplanan orijinal nitelikli veriler oluşturmuştur. Çalışmanın sonucuna göre, incelenen işletmelerde brüt üretim değerinin yarısından fazlası (% 54,21) süt üretim değerinden oluşmaktadır. Yem masrafları değişken masrafların 2/3 ' üne yakını (% 72,88) oluşturmaktadır. İncelenen işletmelerde işletme başına düşen brüt kâr 155 milyon TL olup işletme büyüklüğüne paralel olarak azalmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Süt Sığırcılığı, Ekonomik Analiz,

**Abstract :** In this study, the economic structure and yearly result of activities of some selected dairy cattle farm controlled by Agricultural Directory of Van Province were examined. The data used in the study were collected from 40 farms selected by random sampling among 254 dairy cattle farms. According to the results , more than half of gross output ( % 54,21) consist of milk production return. Most important part of variable expenses account for fodder expenses. Nearly two thirds of variable expenses ( % 72,88) belongs to fodder expenses. Gross margin per farm was TL 155 Million and this quantity decreased according the farm size.

**Key words:** Dairy Farming, Economic Analysis,

## Giriş

Fert başına düşen et ve süt tüketim seviyesi, ülkelerin gelişmişlik düzeyleri ile ilgili olarak kullanılan ölçütlerden biri haline gelmiştir. Ülkemiz süt sığırcılığı bakımından sayı olarak iyi bir yerde olmasına rağmen hayvan başına süt verimi oldukça düşük düzeydedir. Süt verimindeki bu düşüklük üzerinde önemle durulmuş ve 1970'li yıllardan itibaren yurt dışından yüksek verimli kültür ırkı inekler getirilerek entansif işletmeler kurulmuştur (Yurdakul ve ark. 1987). Ancak bu ineklerin ülkemizin çeşitli bölgelerinin teknik ve ekonomik koşullarına ayak uyduramadığı durumlar olmuştur.

Bu çalışmanın başlıca amacı, yurt dışından getirilerek Van ili Merkez ilçede dağıtılan süt sığırcılığına sahip işletmelerin ekonomik açıdan değerlendirilmesidir.

## Literatur Bildirileri

Van ilinde süt sığırcılığı işletmelerinin ekonomik açıdan değerlendirildiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Türkiye'de konu ile ilgili yapılan bazı çalışmalar aşağıdaki gibidir.

ARAS ve İZMİRLİ (1976), İzmir Merkez, Bornova ve Karşıyaka ilçelerinde 34 ihtisaslaşmış süt sığırcılığı işletmesini ekonomik açıdan değerlendirmişlerdir. İncelenen işletmelerde brüt hasılasının %54,2'si süt üretim değerinden elde edildiği belirtilmiştir.

YURDAKUL (1978), Adana merkez ilçede süt sığırcılığı faaliyet koluna yer veren 57 işletmeden elde edilen sonuçlara göre, gayri safi hasılasının % 67,17'ini süt üretim değeri oluşturmaktadır. Toplam işletme masraflarının yarısından fazlasını (% 55,6) yem masrafları oluşturmaktadır.

ERKUŞ ve ark. (1986), Eskişehir ve Burdur illerinde yaptıkları araştırmada süt sığırcılığında üretimin optimum hale getirilmesi durumunda çiftlik gelirlerinin % 33,1 oranında artabileceği belirtilmiştir.

İNAN (1986) Tekirdağ İlinde Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Optimum İşletme Planlarının Saptanması" ile ilgili olarak yaptığı çalışmada optimum işletme planlarındaki brüt kârın mevcut

planlara göre %57,4 ila %107,8 oranında daha yüksek olduğunu saptamıştır. Böylece, kaynak kullanımının etkin olmadığı belirlenmiştir.

AYYILDIZ ve YAVUZ (1988), Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat İşletmesindeki süt inekçiliği ünitesinde inek sütü maliyetlerini hesaplamıştır. Çalışmada süt inekçiliği gelirlerinin % 89,6 'sının süt satışlarından elde edildiği ifade edilmiştir.

FİDAN (1992), Çorum ilinde sığır besiciliği yapan tarım işletmelerinin ekonomik analizi konusundaki çalışmasında, kültür ırkı süt inekçiliğinde toplam masraflar yarısından fazlasının (%51,60 ) yem masraflarından oluştuğunu belirtmiştir.

ŞAHİN (1993), Adana iline bağlı olan Seyhan ve Yüreğir ilçelerinde bulunan Adana Tarım İl Müdürlüğü kontrolündeki süt sığırcılığı faaliyet koluna yer verilen 31 işletme ekonomik açıdan değerlendirilmiştir. Çalışmada brüt üretim değeri ile üretim faktörleri arasındaki ilişki Cobb-Douglas tipi üretim fonksiyonu kullanılarak incelemiştir .Süt sığırcılığı fââliyet koluna ait toplam gelirin yarısından fazlası (% 50,9) süt üretim değerinden elde edildiği belirtilmiştir.

SANER (1993) tarafından bir çalışmada, İzmir Yöresinde Pazara Yönelik Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Ekonomik Açından Bir Değerlendirmesi yapılmıştır. Çalışmanın başlıca materyalini 110 işletmeden elde edilen veriler oluşturmuştur. Araştırma sonuçlarına göre, brüt hasılanın yarısından fazlası (% 11,58) süt sığırcılığı ürünlerinden oluşmaktadır. Malzeme ve yardımcı madde masrafları toplam işletme masraflarının % 64,01'i oluşmaktadır.

BÜLBÜL ve FİDAN (1994), "Türk-Alman İşbirliği ile Uygulanan Samsun Sığırcılık Projesi İşletmelerinde İnek Sütü Maliyeti ve Üretimin Fonksiyonel Analizi" konulu çalışmalarında gayeli örnekleme ile çekilen 14 adet işletmede anket uygulamışlardır. İncelenen işletmelerde 1 kg süt maliyeti 1.072 TL ve 1 kg sütte kar marjı 248 TL olarak hesaplanmıştır.

KARKACIER (1995) tarafından yapılan bir çalışmada Tokat ili örneğinden hareket edilerek

'Kent Süt Sığırcılığı Üretim Faaliyetlerinin Ekonomik Analizi' yapılmıştır. Çalışmanın materyali 56 işletme ile yapılan anketlerle elde edilen veriler oluşturmuştur. Çalışmada yem dönüşüm oranı 100 TL 'lik yeme karşılık 211 TL olarak bulunmuştur. Sütün piyasa fiyatı 12.500 TL/kg iken sütün 1kg 'lik maliyeti 8.805 TL olarak hesaplanmıştır.

ERKUŞ ve ark. (1996), tarafından yapılan bir çalışmada Tekirdağ İli Tarım İşletmelerinde İthal ve Kültür Melezi Süt Sığırları ile Üretim Yapan İşletmelerde Süt Sığırcılığı Faaliyetlerinin Karşılaştırmalı Ekonomik Analizi yapılmıştır. Çalışmanın esas materyalini ithal damızlık süt sığırcılığın yapan 27 işletme ve kültür melezi süt sığırcılığı yapan 46 işletmeden elde edilen orijinal nitelikli veriler oluşturmuştur. Çalışmada, kültür melezi süt sığırcılığı işletmelerinde 1 kg süt maliyeti 9.924,1 TL ve ithal damızlık süt sığırcılığı işletmelerinde ise 10.929,5 TL olarak bulunmuştur.

TURAN (1997), "Çerkeş İlçesinde Süt Sığırcılığı Yapan Tarım İşletmeleri Üzerine Kooperatifleşmenin Etkileri" konulu çalışmasında, Çerkeş ilçesi örneği çerçevesinde; kooperatife ortak olan ve olmayan süt sığırcılığı işletmelerini karşılaştırmalı olarak analiz ederek ekonomik yönden değerlendirmiştir. İncelenen işletmelerde 1 kg süt maliyeti, kooperatife ortak olan süt sığırcılığı işletmelerinde 19.481,70 TL ile kooperatife üye olmayanlara oranla %11,61 daha düşük belirlenmiştir.

TALİM ve ark. (1998) tarafından "Türk-Anafi Projesi Kapsamındaki Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Produktivite ve Rantabilite" üzerine yapılan bir çalışmanın materyalini 68 işletmeden elde edilen veriler oluşturmuştur. Süte yapılan 1 TL'lik masrafa karşılık 1,2 TL 'lik getiri elde edildiği belirtilmiştir.

### **Materyal Metod**

#### **Materyal**

Araştırmanın materyalini Van İli Merkez ilçesinde süt sığırcılığı yapan 40 işletmeden tesadüfi örnekleme yöntemi ile toplanan orijinal veriler oluşturmuştur. Ayrıca, konu ile ilgili olarak daha önce yapılan araştırma sonuçlarından ve ilgili kamu kuruluşlarının istatistikî verilerinden yararlanılmıştır. Bu işletmelere 1995 yılında Tarım

İl Müdürlüğü tarafından yurt dışından getirilen Holstein, Montofon ve Simental ırkı süt sığırları dağıtılmıştır. Anket çalışmaları 1997 yılı Mart ve Nisan aylarında yapılmıştır.

İşletme başına düşen ortalama süt ineği sayısı I. Grup işletmelerde 3, II. Grup işletmelerde 6.7 III. Grup işletmelerde 14.8 ve işletmeler ortalamasında ise 7,5'tur. İşletme başına düşen ortalama sağılan süt ineği sayısı ise I. grup işletmelerde 2.5, II. grup işletmelerde 4.5 ve III. grup işletmelerde 9.5 ve işletmeler ortalamasında ise 5.15 adettir. İşletmelerdeki hayvanlar, inek, boğa, düve, dana ve buzağıdan oluşmaktadır.

### Yöntem

Araştırma alanındaki toplam 254 süt sığırcılığı yapan işletme, araştırmanın ana kitlesini oluşturmuştur. (Anonymous 1997). Ana kitleyi optimum düzeyde temsil edebilecek örnek hacminin belirlenmesinde aşağıdaki formül kullanılmıştır ( Yamane, 1967; Erkuş, 1977)

$$n = \frac{N \cdot S^2}{(N-1) S_x + S^2} \quad S_x = \frac{E}{t}$$

N= Ana kitledeki işletme sayısı

S<sup>2</sup> = Varyans

S<sub>x</sub> =Standart Hata

n =Örnek Hacmi

E =Azami Hata Payı

İşletme büyüklüğüne göre ( sığır sayısı) işletmeler dört gruba ayrılmıştır. Birinci grup işletmeler ( 1-4 sığır), ikinci grup işletmeler ( 5-10 sığır) ve üçüncü grup işletmeler ( 11 den fazla sığıra sahip olanlar). Grupların belirlenmesinde frekans dağılımından yararlanılmıştır. Ana kitleyi temsil edebilecek örnek hacmi % 5 kabul edilebilir hata payı ile 45 işletme olarak bulunmuştur. Anket sonucunda bulunan 5 işletmenin verilerinin sağlıklı olmadığı belirlenmiştir. Böylece toplam 40 işletmenin verileri değerlendirilmiştir.

Her büyüklüğün % frekanslarına göre işletmeler, tesadüfî sayılar cetveli kullanılarak örneğe çekilmiştir. 254 işletmeden 1-4 sığıra sahip olan işletmeler ana kitlenin % 32.5'ini, 5-10 sığıra sahip olan işletmeler % 42,5'ini ve 11 den fazla sığıra sahip olan işletmeler ise ana kitlenin % 25'ini oluşturmuştur. Buna göre I. grup işletmelerden 13 işletme, II. grup işletmelerden 17 işletme ve III. grup işletmelerden ise 10 işletme örneğe

çekilmiştir. Verilerin analizinde büyük ölçüde ağırlıklı aritmetik ortalama ve yüzde hesaplarından yararlanılmıştır.

### Araştırma Bulguları

#### Süt Sığırcılığı Faaliyet Kolunda Kullanılan Üretim Kaynakları İşletmeci

İşlenebilir toprakların marjinal sınırına gelindiği günümüzde, üretim kaynaklarından en etkin şekilde yararlanma müteşebbisin işletmecilik bilgi ve becerisi ile mümkün olabilmektedir. Yani, tabiat, emek ve sermaye gibi ana üretim faktörleri yanında bir dördüncü faktör olarak müteşebbis büyük önem taşımaktadır. Bu noktadan hareketle müteşebbis; ana üretim faktörleri olan tabiat, emek ve sermayeyi kombine ve organize eden ve giriştiği faaliyetin tüm sorumluluğunu yüklenen kişi olarak tanımlanmaktadır (Erkuş ve ark.,1995).

Süt sığırcılığı faaliyet kolunda işletmeciyi işletmede süt sığırcılığının yapılmasına, kapasitenin artırılmasına, yeni tesis kurup kurulmamasına karar veren ve süt sığırcılığı faaliyetini organize eden kişi olarak görmek gerekir (Yurdakul, 1978;Şahin, 1993).

İncelenen işletmelerde işletme yöneticilerinin % 30'unun herhangi bir tahsili bulunmamaktadır. Bu oran işletme büyüklüğüne göre azalmaktadır. Nitekim I. Grup işletmelerde okuma yazma bilmeyenlerin oranı % 46,15 iken, bu oran III. grup işletmelerde bu oran % 20'dir İşletmeler ortalamasında ilk okul mezunu olanların oranı % 45 düzeyindedir.

#### Arazi

İncelenen işletmelerde ortalama işletme arazisi büyüklüğü 244,9 dekadır. İşletme başına düşen ortalama işletme arazisi işletme büyüklüğüne paralel olarak artmaktadır. Bu miktar III. grup işletmelerde en yüksek (435,7 dekar) ve I. grup işletmelerde ise en düşüktür (151,46 dekar). İşletmeler ortalamasında yem bitkileri ekim alanın payı sadece % 12,03 düzeyindedir.

#### İşgücü

İşgücü, başlıca üretim faktörlerinden bir tanesidir. Tabiattaki mevcut kaynaklar işgücü olmadan genellikle kullanılamamaktadır. Bu kaynaklardan faydalanma hatta sermayenin oluşturulabilmesi için işgücüne ihtiyaç vardır. Bu

bakımdan işgücü üretimin aktif bir unsuru sayılmaktadır (Aksöz, 1966).

İncelenen işletmelerde süt sığırcılığı faaliyet kolunda kullanılan toplam işgücü miktarı, erkek iş birimine çevrilmiştir (Oktay, 1988; Aras ve ark., 1975) . Süt sığırcılığı faaliyet kolunda kullanılan toplam işgücü 2,59 erkek iş birimidir. Bu işgücünün yarısına yakını (% 44,45) kadın işgücüne ait bulunmaktadır.

### **Sermaye Miktarı ve Bileşimi**

Tarım işletmelerinde sermaye denildiğinde, üretime tahsis edilen bütün servet unsurları anlaşılır (Aras 1966). Ve genellikle tarımsal faaliyetin esasını oluşturan arazi sermayesi ve bunu üretken kılan işletme sermayesinden oluşur. Tarım işletmelerinin sermaye yapılarının ortaya konulmasında genellikle sermayenin fonksiyonlarına göre sınıflandırılması esas alınmaktadır (Açıl ve Demirci 1984).

İncelenen işletmelerde sermaye yapısının incelenmesinde de bu sınıflandırma esas alınmış, ancak işletmeler süt sığırcılığında ihtisaslaşmış olduğundan sermaye unsurları bu işletmelerin kendine özgü yapıları dikkate alınarak aşağıdaki şekilde incelenmiştir.

#### **I. Aktif Sermaye**

1. Çiftlik Sermayesi
  - a) Bina Sermayesi
  - b) Alet Makine Sermayesi
2. İşletme sermayesi
  - a) Hayvan sermayesi
  - b) Malzeme ve Mühimmat Sermayesi
  - c) Para sermayesi

#### **II. Pasif Sermaye**

- a) Borçlar
- b) Öz Sermaye

İncelenen işletmelerde, aktif sermaye içinde çiftlik sermayesinin oranı % 16,86 iken, işletme sermayesinin oranı % 83,14'tür. İşletmeler ortalamasında çiftlik sermayesinin tamamına yakını, (% 97,26) bina sermayesinden oluşmaktadır. İncelenen işletmelerde süt sığırcılığı faaliyet kolunda makine olarak süt sağım makinesi kullanılmaktadır. İncelenen işletmelerde bulunan traktör, mibzer, pulluk harman makinesi gibi makineler süt sığırcılığı faaliyet kolunda kullanılmadığı için makine sermayesi içinde değerlendirilmemiştir.

İşletme sermayesi toplam aktif sermayenin % 97,26'sını oluşturmaktadır. İşletmeler ortalamasında işletme başına düşen işletme sermayesi 1.444 milyon TL' dir işletme başına düşen işletme sermayesi işletme büyüklüğüne paralel olarak artmaktadır. Bu miktar I. Grup işletmelerde 568 milyon TL iken, III. Grup işletmelerde 2.971 milyon TL' ye yükselmektedir.

İşletme sermayesinin % 96,61' ini hayvan sermayesi oluşturmaktadır. Malzeme ve mühimmat sermayesinin işletme sermayesi içindeki oranı ise % 3,39 düzeyindedir. İncelenen işletmelerde para sermayesi tespit edilememiştir. İşletme başına düşen hayvan sermayesi işletmeler ortalamasında 1.396 milyon TL olup, işletmelerin büyüklüğüne paralel olarak artmaktadır. İşletme başına düşen hayvan sermayesi I. grup işletmelerde 510 milyon TL iken, bu miktar III. grup işletmelerde 2.877 milyon TL' ye çıkmaktadır. Toplam hayvan sermayesi içinde inek sermayesi % 70,08 ile birinci sırada yer almaktadır. Bunu % 11,32 ile düve sermayesi ve % 6,88 ile buzağı sermayesi izlemektedir.

Malzeme ve mühimmat sermayesi içinde, üretimde kullanılan tohum, yem, gübre, tarımsal ilaç vb. ile motor yakıtı ve yağları, kireç, kil, maya, tuz gibi çeşitli girdiler bulunur (Karagölge ve ark., 1995). Süt sığırcılığı faaliyet kolundaki malzeme ve mühimmat sermayesini, hayvanlara verilen çeşitli yemlerin değerleri oluşturmuştur. Mühimmat sermayesinin % 91,85' ini kaba yemler oluşturmaktadır.

İncelenen işletmelerde yabancı sermayeye rastlanmamıştır. Bu nedenle incelenen işletmelerin öz sermayesi, toplam pasifi oluşturmaktadır. İşletmeler ortalamasında işletme başına düşen ortalama öz sermaye 1.737 milyon TL' dir. Bu miktar işletme büyüklüğüne paralel olarak artmaktadır. İşletme başına düşen öz sermaye, I. grup işletmelerde 824 milyon TL iken, III. grup işletmelerde 1.973 milyon TL' ye çıkmaktadır. Öte yandan süt sığırcılığı başına düşen öz sermaye, işletmeler ortalamasına işletme başına 231 milyon TL' dir. Bu miktar I. grup işletmelerde 274 milyon TL ile en yüksek ve 221 milyon TL ile II. grup işletmelerde ise en düşüktür. Sağılan süt sığırcılığı başına düşen öz sermaye, işletmeler ortalamasında 337 milyon TL ' dir. Bu miktar III. grup işletmelerde 430 milyon TL ile en yüksek ve II.

grup işletmelerde ise 324 milyon TL ile en düşüktür.

### İncelenen İşletmelerde Yıllık Faaliyet Sonuçları Brüt Üretim Değeri

Brüt üretim değeri, bitkisel ve hayvansal ürünlerin değerleri ile yıl içinde meydana gelen üretken (prodüktif) demirbaşlardaki değer artışlarının toplamından meydana gelmektedir (Oktay, 1988). Bu bakımdan bir üretim faaliyetinin brüt üretim değeri, bu üretim şubesinde tarımsal faaliyet sonucu elde edilen ve bir pazar değeri bulunan ürün miktarlarının, birim fiyatları ile çarpılması sonucu bulunan değere, söz konusu üretim faaliyetinde bitki veya hayvan

sermayesindeki yıllık prodüktif artışların ilavesi ile bulunur ( Erkuş ve ark., 1995).

İncelenen süt sığırları faaliyet kolunda brüt üretim değeri ; süt üretim değeri, prodüktif demirbaş kıymet artışı ve gübre üretim değerinden oluşmaktadır

İşletmeler ortalamasında işletme başına düşen brüt üretim değeri 463 milyon TL olup işletme büyüklüğüne paralel olarak artmaktadır. Brüt üretim değeri I. Grup işletmelerde 355 milyon TL iken, bu miktar III. Grup işletmelerde 723 milyon TL' ye yükselmektedir. Brüt üretim değerinin yarısından fazlası (% 54,21) süt üretim değerinden elde edilmektedir. Bu oran I. Grup işletmelerde %60, 56'ya çıkmaktadır.

Çizelge 1. İncelenen İşletmelerin Süt Sığırcılığı Üretim Kolu Brüt Üretim Değeri

	İşletme Grupları							
	I. Grup		II. Grup		II. Grup		Ortalama	
Brüt Üretim Değeri Unsurları	Milyon TL	%	Milyon TL	%	Milyon TL	%	Milyon TL	%
Süt Üretim Değeri	215	60,56	219	56,01	353	48,49	251	54,21
Demirbaşta Prodüktif Artışlar	105	29,58	94	24,04	215	29,53	128	27,65
Gübre Üretim Değeri	35	9,86	78	19,95	160	21,98	84	18,14
Brüt Üretim Değeri	355	100,00	391	100,00	100,00	100,00	463	100,00

### Değişken Masraflar

Değişken masraflar üretim hacmine bağlı olarak değişen (artıp azalan) masraflardır ( Yıldırım 1998). Süt sığırcılığı üretim kolundaki işletme başına düşen değişken masraflar Çizelge 2'de verilmiştir. İncelenen işletmelerde işletmeler ortalamasında değişken masraflar içinde en büyük payı % 73,22 ile yem masrafları almaktadır. Bunu % 17,56 ile döner sermaye faizi ve % 5.92 ile sağlık masrafları izlemektedir. İşletme büyüklüğü arttıkça sağlık masraflarının arttığı görülmektedir

### Brüt Kâr

Brüt Kâr Brüt üretim değerinden değişken masrafların çıkarılması ile bulunmuştur. Çizelge

3'te Brüt kar ve bazı başarı ölçütleri birimine düşen brüt kâr verilmiştir.

İncelenen işletmelerde, işletme başına düşen ortalama brüt kâr 155 milyon TL'dir. İşletme başına düşen brüt kâr, işletme büyüklüğüne paralel olarak artmaktadır. 100 TL' lik değişken masrafa düşen 150,32 TL dir. Bu miktar II. grup işletmelerde 198,47 TL ile en yüksek ve 124,56 TL ile I. grup işletmelerde en düşük düzeyde bulunmaktadır. Süt sığırları başına düşen brüt kâr, işletmeler ortalamasında 62 milyon TL' dir. Bu miktar işletme büyüklüğüne paralel olarak azalmaktadır. I. grup işletmelerde süt sığırları başına düşen brüt kâr 118 milyon TL ile en yüksek ve III. grup işletmelerde ise 49 milyon TL ile en düşük düzeydedir.

Çizelge 2: İncelenen İşletmelerde Süt Sığırcılığı Faaliyet Kolunda Değişken masraflar

	İşletme Grupları			
	I. Grup	II Grup	III. Grup	Ortalama
Yem Masrafları	77,32	71,46	70,88	73,22
Sağlık Masrafları	2,65	6,22	9,63	5,92
Aşım Masrafları	0,43	1,60	0,19	0,87
Elektrik Masrafları	1,51	2,43	1,23	1,83
Pazarlama Masrafları	0,81	0,59	0,38	0,60
Döner Sermaye Faizi*	17,28	17,70	17,69	17,56
Toplam Değişken Masraflar	100,00	100,00	100,00	100,00
Toplam Değişken Masraflar(Milyon TL)	285	198	525	308

Çizelge 3: İncelenen İşletmelerde Süt Sığırcılığı Fââliyet Kolunda Brüt Kâr ve Bazı Ölçütlere Düşen Miktarı

	İşletme grupları			
	I. Grup	II Grup	III. Grup	Ortalama
Brüt Üretim Değeri (Milyon TL)	355	391	728	463
Değişken Masraflar (Milyon TL)	285	198	525	308
İşletme Başına Brüt Kâr (Milyon TL)	70	193	203	155
100 TL' lik değişken Masrafa Düşen Brüt Kâr (TL)	124,56	198,47	138,66	150,32
Süt Sığırı Başına Düşen Brüt Kâr (Milyon TL)	118	58	49	62
Sağılan Süt sığırı Başına Düşen Brüt Kâr (Milyon TL)	142	87	77	89

Sağılan süt sığırı başına düşen brüt kâr, işletmeler ortalamasında 89 milyon TL dir. Süt sığırı başına düşen brüt kâr da işletme büyüklüğüne paralel olarak azalmaktadır

### Sonuç ve Öneriler

İncelenen işletmelerde süt sığırcılığında kullanılan işgücünün tamamına yakını (% 97,15) aile işgücünden sağlanmaktadır. Süt sığırcılığında kullanılan işgücü ortalaması 2.59 erkek iş birimidir. İncelenen işletmelerde aile reislerinin % 32 'si herhangi bir tahsile sahip değildir. Aile reislerinin % 45' i ilkokul mezunudur.

İncelenen işletmelerde süt sığırcılığı faaliyet kolunda aktif sermaye içinde çiftlik sermayesinin oranı %16,86' ve işletme sermayesinin payı ise %83,14' tür. İşletme sermayesinin tamamına yakını (% 96,61) ise hayvan sermayesi oluşturmaktadır. Hayvan sermayesinin tek başına aktif sermaye içerisindeki payı ise % 80,32 ' dir.

İncelenen işletmelerde süt sığırcılığı faaliyet kolundan elde edilen brüt üretim değerinin yarısından fazlası (% 54,21) süt üretim değerinden elde edilmektedir. Değişken masrafların 2/3 'üne yakını (% 72,88) yem masraflarından oluşmaktadır. 100 TL' lik değişken masrafa düşen brüt kâr 155,32 TL, süt sığırı başına ve sağılan süt sığırı başına düşen brüt kâr ise sırasıyla 62 milyon TL ve 89 milyon TL' dir.

İncelenen işletmelerde işletme yöneticilerinin % 30 'unun herhangi bir tahsilinin bulunmadığı % 45,2' sinin ise ilkokul mezunu olduğu tespit edilmiştir. Oysa tarımsal üretim düzeyi ve verimlilik ile eğitim arasında doğru orantılı bir ilişkinin olduğu bilinmektedir.



Değişken masrafların 2/3 'üne yakın kısmını ( % 72,88) yem masrafları oluşturmalarına rağmen , yem bitkileri ekim alanının toplam ekim alanı içindeki payı sadece % 12,03 düzeyindedir. Bu alanın % 25-30' lar düzeyine çıkarılması doğru olacaktır.

Yurtdışından ithal edilerek köylülere dağıtılan süt sığırlarının dağıtım aşamasında rasyonel ve bilimsel kriterlere uyulmadığı görülmektedir. Getirilen süt sığırlarından işletme başına optimum olarak 10 tane hayvan dağıtılması gerekirken, 2-3 adet dağıtıldığı tespit edilmiştir. Köylülere dağıtılan kültür ırkı hayvanlar için yeni ahırlar yapılması gerekirken, gördüğümüz ahırlarda yerli hayvanlarla ithal hayvanların aynı ve hijyenik olmayan ortamlarda kaldıkları tespit edilmiştir. Ayrıca kendilerine hayvan dağıtılan işletme yöneticileri hayvanlar dağıtıldıktan sonra teknik bilgi, donanım , işletme sermayesi ve hayvan sağlığı bakımından yetkililer tarafından kendilerine yeterli ilgi gösterilmediğini belirtmişlerdir

İncelenen işletmeler elde ettikleri sütün pazarlamasında ciddi sıkıntılar çektiği belirlenmiştir. Ana yola yakın yerleşim yerlerindeki köylere süt toplamak için Van-Süt, Üniversite Süt Fabrikası ve bazı marketler tarafından süt toplanılmaktadır. Oysa yola uzak köylerdeki çiftçiler ürettikleri sütü zamanında satamamakta oldukları tespit edilmiştir. Söz konusu köylerden sütün zamanında toplanabilmesi için bu köylerdeki sütün yola daha yakın bir veya birkaç köyde toplanabilmesi için gerekli önlemlerin alınması önem kazanmaktadır.

İncelenen işletmelerde çiftçilerin düzenli kayıt tutmadıkları veya hiç kayıt tutmadıkları tespit edilmiştir. Bu nedenle ithal edilerek köylülere dağıtılan hayvanların zaman içinde verimlerinde meydana gelen değişimler konusunda sağlıklı verilere ulaşamamaktadır. Anket yapılan işletmelerde, köylülerin ithal hayvanlara yerlilerden daha dikkatli baktıkları tespit edilmekle birlikte, yine de hayvanlarda şap hastalığı görülmektedir.

### Kaynaklar

- Açıl, A.F.,Demirci, R., 1984. Tarım Ekonomisi Dersleri . Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları , No:880. Ankara
- Aksöz, 1966, Doğu Anadolu'da Zirai İstihsal Faktörleri Arasındaki İlişkiler, Doğu Anadolu'yu Kalkındırma Semineri Tebliği,

Türkiye Ticaret ve Sanayi Odaları Birliği, Ankara.

- Aras A., Çakır C., 1975. Gediz Sulama Projesine Giren Tarım İşletmelerinin Ekonomik Etüdü. E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No. 211.İzmir.
- Aras, A., İzmirli, R., 1976. İzmir Şehir Yöresinde Ahır Sütçülüğü Yapan İhtisaslaşmış Süt İşletmelerinden Seçilen Bir Grubun Ekonomik Yönden İncelenmesi ve Üretim Maliyeti. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No: 279. Bornova-İzmir.
- Ayyıldız, T., Yavuz, F., 1988. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat İşletmesindeki İnek Sütü Maliyetleri. Doğa Tarım ve Ormancılık Dergisi. Cilt:12, Sayı:3, TÜBİTAK, Ankara.
- Binici T., Akdemir. Ş, 1993. Aşağı Seyhan Ovasında Süt Sığırcılığına Yer Verilen İşletmelerde Yem Giderlerinin Minimasyonu. Ç.Ü.Z.F. Dergisi. Cilt 8, Sayı 1.
- Bülbül, M., 1973, Adana Ovası Tarım İşletmelerinin Ekonomik Yapısı, Finansman ve Kredi Sorunları. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Basın Yayın ve HALKLA İlişkiler Daireler Başkanlığı, Ankara.
- Bülbül, M., Fidan, H., 1994. Türk-Alman İşbirliği ile Uygulanan Samsun Sığırcılık Projesi İşletmelerinde İnek Sütü Maliyeti ve Üretim Fonksiyonel Analizi. Kooperatifçilik Dergisi. Sayı:105. Ankara.
- Erkuş, A., Demirci, R., 1985. Tarımsal İşletmecilik Ve Planlama. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No : 944. Ankara.
- Erkuş, A., Demirci, R., Özçelik, A., Çetin, B., 1986. Eskişehir ve Burdur İlleri Sığırcılık İşletmelerinde Verimlilik İle Optimum Üretim ve Yatırım Hacminin Tespiti. Doğa, Veterinerlik ve Hayvancılık. 1986. 11:2, s.133-142.
- Erkuş,A.,Bülbül, M.,Kıral,T.,Açıl,A.F Ve Demirci,R.1995. Tarım Ekonomisi Kitabı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Geliştirme Ve Destekleme Vakfı Yayınları. Say. 132. Ankara.
- Erkuş, A., Turan, A., Eliçin, A., Tanrıvermiş, H., Özçelik, A., Gündoğmuş, E., 1996. Tekirdağ İli Tarım İşletmelerinde İthal ve Kültür Melezi Süt Sığırları ile Üretim Yapan İşletmelerde Süt Sığırcılığı Faaliyetlerinin Karşılaştırmalı Ekonomik Analizi. Türk Ziraat Yüksek Mühendisleri Birliği ve Vakfı Yayınları. No:14.Ankara

- Fidan 1992. Çorum İlinde Sığır Yetiştiriciliği Yapan Tarım İşletmelerinin Ekonomik Analizi ve Hayvansal Ürünlerin Maliyet Unsurlarının Araştırılması, A.Ü. Fen Bilimleri Ens. Yüksek Lisans Tezi (yayınlanmamış), Ankara.
- İnan, H., 1986. Tekirdağ İli Süt Sığırıcılığı İşletmelerinde Optimum İşletme Planlarının Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Trakya
- İnan İ, H., 1989. Tekirdağ İli Süt Sığırıcılığı İşletmelerinde Optimum İşletme Planlarının Saptanması Üzerine Bir Araştırma, Doğa, Veterinerlik ve Hayvancılık dergisi, 13 (3)
- Karkacier, O., 1995. Kent Süt Sığırıcılığı Üretim Fââliyetlerinin Ekonomik Analizi (Tokat İli Örneği), Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt 12, Sayı 1, s. 35.
- Karagölge,C.,Kızıloğlu,S. Ve Yavuz, O. 1995. Tarım Ekonomisi, Temel İlkeler. A.Ü.Z.F Yayınları No: 73. Erzurum.
- Kıral, T. 1993. Ankara İlinde T.Ş. Fabrikaları A.Ş. Besi Bölge Şefliği Tarafından Desteklenen Sığır Besiciliği İşletmelerinin Ekonomik Analizi. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 1289, Bilimsel Araştırma Ve İncelemeler : 715, S.1-73, Ankara
- Oktay, E. 1988. Tarım İşletmeciliği, E.Ü.Z.F. Tarım Ekonomisi Ders Notları (Teksir), S.47, Bornova-İzmir.
- Saner, G. 1993. Ege Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, (Basılmamış Doktora Tezi). Bornova-İzmir.
- Şahin, K. 1993. Adana İli Seyhan ve Yüreğir İlçelerinde Süt Sığırıcılığı Yapan İşletmelerde Kaynak Kullanımı Ve Verimlilik. Ç.Ü. Fen. Bil. Ens. Yüksek Lisans Tezi. Tez No: 644 (Basılmamış), Adana.
- Talim,M., Türkiye Tarımında Sermaye ve Kredi Durumu, Türkiye Tarımında Sermaye ve Kredi Sorunları Paneli, Türk Ziraat Yüksek Mühendisleri Birliği 34. Genel Kurul Tebliği.
- Talim, M., Saner, G., Karahan, Ö., Engindeniz, S. 1998, Türk Anafi Projesi Kapsamındaki Süt Sığırıcılığı İşletmelerinde Prodüktivite ve Rantabilite Üzerine Bir Araştırma, 1994 ZRF/013 nolu E.Ü. Rektörlüğü Araştırma Fonu Projesi. Bornova-İzmir.
- Turan, A., 1997. Çerkeş İlçesinde Süt Sığırıcılığı Yapan Tarım İşletmeleri Üzerine Kooperatifleşmenin Etkileri. Türk Kooperatifçilik Eğitim Vakfı Yayınları. No:5. Ankara.
- Yamane, T., 1967. Elementary sampling Teory, Printice -Hall Inc. Englewood Cliffs N.T.
- Yavuz, O., 1992. Erzurum Merkez İlçede Alternatif Finansman Kaynakları İle Sığır Besiciliği Yapan İşletmelerin Doğrusal Programlama Yöntemi İle Ekonomik analizi., Tarım Ekonomisi Dergisi, Cilt 1, sayı 1
- Yıldırım I., 1988. Genel Ekonomi. Yüzcüncü yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 19. Van
- Yurdakul , O., 1978. Adana Merkez İlçesi Tarım İşletmelerinde Süt Sığırıcılığının Ekonomik Yapısı ve İlçede Süt Pazarlaması İle Tüketimi (Basılmamış Doktora Tezi) Adana.
- Yurdakul , O., Akdemir , Ş., Yeniçeri , C., 1987. Aşağı Seyhan Ovasında Süt Sığırıcılığının Yapısal Değişimi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi . Cilt 4, Sayı 5. Ekim-1989 S. 38-48. Adana .
- Zoral, K.Y., 1973. Erzincan Ve Erzurum İllerinde Yapılan Ahır Besiciliğinin Ekonomik Analizi. Atatürk Üniversitesi Yayınları, No:304. Ankara.

# Van İli Merkez İlçesinde Süt Tesislerinde Yapısı, Başlıca Sorunları Ve Bazı Çözüm Önerileri

İbrahim YILDIRIM

İbrahim ACAR

Hakkı ÇİFTÇİ

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü 65080 Van

**Özet :** Bu çalışmada Van ili merkez ilçedeki süt işleme tesislerinin yapısı incelenerek başlıca sorunları ortaya konulmaya çalışılmış ve bazı çözüm önerileri dile getirilmiştir. Çalışmanın esas materyalini merkez ilçede yer alan iki adet süt fabrikası ile iki adet mandıra ile yapılan yüz yüze görüşme sonucu elde edilen orijinal veriler oluşturmuştur. Çalışmada işletmeler, çiğ süt işleme kapasitelerine göre üç gruba ayrılmış veriler bu gruplar bazında ve işletmeler ortalaması olmak üzere incelenmiştir. Tüm işletmelerin ortalama süt işleme kapasiteleri 6975 kg/gün olarak bulunmuştur. İşletmelerin genel olarak günlük çiğ süt işleme miktarları ise 3300 kg/gün olup, ortalama kapasite kullanım oranı ise % 63.4' tür. İşletme başına ortalama günlük sütün mamullere dağılımı incelendiğinde ise, yoğurt %35.2 ile ilk sırayı alırken, bunu sırasıyla %29.7 ile açık içme sütü, %21.9 ile beyaz peynir ve %11.7 ile de kaşar peyniri izlemektedir. İşletmelerin tamamında başta hammadde yetersizliği olmak üzere, elektrik kesintisi, arıza, onarım ve satış güclüğü gibi bir takım nedenlerden kaynaklanan atıl kapasite söz konusudur

## The Structure Of Milk Processing Plants In Center Town Of Van Province; Major Problems And Some Suggestions Related Those Problems

**Abstract :** This study was carried out to determine the structure of milk processing plants and the major problems faced by those plants in Van Province. Developing some suggestions to those problems was also among the aim of this study. The data required was obtained from four milk processing plants ( two of which was milk factory) by questionnaires. The milk processing plants were classified into three groups according to their milk processing capacities and the analyses were made accordingly.. The total milk processing capacities of all plants were 6975 kg/day. On the other hand, daily average milk processing at those plants were 3300 kg/day. Thus the average capacity utilisation ratio was 63,3 %. Th major part of the milk ( 35,2 % ) was processed to yoghurt following by 29,7 % and 21,9 % for fresh milk and cheese respectively. The major problems faced by those plants were found to be lack of raw material, insufficient personnel with technical and administrative experience, some cuts on the electricity, some breakdown in the plants and difficulties at marketing. All these factors contributed to the low capacity utilisation ratio.

### Giriş

Sağlıklı toplumların oluşmasında en önemli konu, yeterli ve dengeli beslenmedir. Beslenmedeki kuralların büyük ölçüde değişmesi, insanları yüksek kaliteli hayvansal kökenli gıdalarla beslenmek durumunda bırakmıştır. Kentleşme ile birlikte gelir düzeyinin artmasıyla, besin maddelerine olan talep de artmıştır. Özellikle son yıllarda süt ve mamulleri sanayi de talebi artan ürünleri üreten bir sanayi kolu durumuna gelmiştir (Şahin ve Gül,1996)

Modern anlamda süt ve süt mamulleri sanayii, hammadde ihtiyacını karşılayabilen, çiğ sütü sağlıklı bir şekilde toplayabilen, topladığı sütü gelişmiş teknolojilerle, ülkemiz ve uluslararası standartlara uygun olarak işleyebilen, yurt içi ve dışında pazarlayabilen işletmelerden oluşmaktadır .

Ülkemizdeki süt işleme tesisleri ise kapasiteleri, teknolojileri ve diğer karşılaştırılabilir özellikleri itibarıyla oldukça karmaşık bir yapı göstermektedir. Bunlar arasında çok modern imkanlara sahip işletmeler bulunmakla birlikte çok ilkel koşullarda

çalışan mandıra tipi işletmelere de sıkça rastlanmaktadır (Büyükkılıç ve Arpacıoğlu, 1990).

Hayvansal protein kaynaklarının en önemlilerinden olan süt ve mamulleri, ülkemizde gerek üretim gerekse tüketim açısından yeterli düzeyde değildir. Süt cinsinden AB (Avrupa Birliği) ülkelerinde kişi başına 331Kg/ yıl süt tüketilirken, bu miktar ülkemizde 171 kg/yıl dır. Süt ve süt mamullerinin insan beslenmesinde taşıdığı önem ve öncelik ile şehirleşme ve nüfus artışının yüksekliği de dikkate alındığında, kişilerin yeterli ve dengeli beslenebilmelerini sağlamak amacıyla bu besin maddelerinin uygun kalite, miktar ve fiyat düzeyinde sunulması için devletin ve özel sektörün gerekli tedbirleri alması gerekmektedir (Şahin ve Yurdakul, 1996).

Gelişmiş ülkelerdeki sütün % 90-98'i modern tesislerde işlenmektedir. Buna karşılık ülkemizde sütün yaklaşık %50'si ev ekonomisi içinde işlenerek tüketilmekte ya da bölgesel pazarlara çıkarılmaktadır. Geriye kalan sütün %40'ı

mandıralarca değerlendirilmekte, %10'u ise modern tesislerde işlenmektedir (Arsan, 1989). 1986 yılında yapılmış bir araştırmaya göre süt ve süt mamulleri sanayinde faaliyet gösteren işletmelerin % 93'ünü özel mandıralar oluşturmaktadır. Ancak kurulu kapasite açısından özel mandıraların payı % 43'e düşmektedir. Çok sayıda ve küçük kapasitelerdeki bu mandıralar dışındaki diğer işletmelerin büyük bir kısmı, kooperatif mandıraları ve daha büyük kapasitedeki özel işletmelerdir (Baykal ve ark., 1989). Konu Doğu Anadolu Bölgesi itibariyle incelendiğinde ise, bölgedeki mevcut bütün fabrikaların tam kapasite ile çalışmaları durumunda bile mevcut kuruluşlar, bölgedeki süt üretiminin ancak % 9,3 gibi çok küçük bir kısmını işleyerek tüketiciye arz edebilecektir. Geriye kalan sütün ise çok az bir miktarı, bölgede son yıllarda kurulmaya başlanan ve çok sayıda çözüm bekleyen sorunlara sahip mandıra ve imalathanelerde, geriye kalan toplam üretimin % 70 gibi önemli bir kısmı ise, gayet ilkel metot ve araçlarla çeşitli ürünlere işlenmektedir (Akyüz, 1990).

1995 yılı itibariyle Van ilinde süt üretim değeri toplam hayvansal ürünler değerinin yarısından fazlasını (% 56,6) oluşturmaktadır (Anonymous, 1997).

**1990 yılı itibariyle Van İlinde faaliyet gösteren süt ve süt mamulleri işletmesi sayısı 17 iken bu işletmelerin kurulu kapasiteleri 17.416 ton/yıl ve üretim miktarı ise 261 ton/gün' dür. (Anonim, 1993)**

Van ilindeki süt işleme tesislerinin mevcut kurulu kapasiteleri dikkate alındığında (6975 kg/gün) mevcut kapasitenin tümü kullanılsa bile ildeki toplam süt üretiminin ancak % 5,19'u bu tesislerde değerlendirilebilecektir.

Bu çalışmanın başlıca amacı Van ili merkez ilçesindeki mevcut iki adet süt fabrikası ve iki adet mandıranın yapısı ve sorunları incelemektir. Bu sorunlara ilişkin bazı çözüm önerilerinin

geliştirilmesi de bu çalışmanın amaçları arasında bulunmaktadır.

### **Materyal Ve Yöntem**

Araştırmanın başlıca materyalini, Van ili merkez ilçede mevcut bulunan iki adet süt fabrikası ve iki adet özel mandıra ile yapılan anket sonucu elde edilen orijinal nitelikli veriler oluşturmuştur.

Çalışmada süt işleme tesisleri ortalama günlük süt işleme kapasitelerine göre üç gruba ayrılmış veriler bu gruplar ve işletmeler ortalaması bazında değerlendirilmiştir. İşletmeler ortalamasındaki verilerin hesaplanmasında tartılı ortalama kullanılmıştır. Günlük ortalama olarak 1500 kg'dan az süt işleme kapasitesine sahip işletmeler I. Grubu ( bir adet), 1501-5000 kg süt işleme kapasitesine sahip işletmeler II. grubu ( iki adet) ve 5000 kg' dan fazla süt işleme kapasitesine sahip olan işletmeler ise III. Grup işletmeleri ( bir adet) oluşturmuştur.

Verilerin değerlendirilmesinde tabuler sistem kullanılmıştır.

### **Araştırma ve Bulguları**

#### **İşletmelerin Kapasite Kullanım Durumu**

İşletmelerin kapasite kullanım oranları, işledikleri çiğ süt miktarının, süt işleme kapasitesine oranlanmasıyla bulunur (Büyükkılıç ve Arpacıoğlu,1990). İncelenen işletmelerde toplam çiğ süt işleme kapasitesi 6975 kg/gün' dür.

İşletmelerin ortalama günlük çiğ süt işleme miktarları ise 3300 kg/gündür. Ortalama kapasite kullanım oranı ise % 63,4' tür (Çizelge 1). 1988 yılında Türkiye Süt Endüstrisi Kurumu (TSEK) işletmelerinde kapasite kullanım oranı % 45,1 iken, modern işletmelerle yapılan bir çalışmada % 47,4 (Büyükkılıç ve Arpacıoğlu,1990) ve Çukurova Bölgesinde süt ve mamulleri üreten işletmelerle yapılan ayrı bir çalışmada ise bu oran % 65,2 olarak bulunmuştur (Şahin ve Gül,1996).

Çizelge 1. İncelenen İşletmelerde İşlenen Süt Miktarı Ve Kapasite Kullanım Oranları

İşletme Grupları	Süt İşleme Kapasitesi (kg/gün)	İşletme Sayısı	Süt İşleme Kapasitesi (kg/gün)	Süt İşleme Miktarı (kg/gün)	Kapasite Kullanım Oranı (%)
I	≤1500	1	1.300	1.200	92,3
II	1501-5000	2	3.300	2.000	60,6
III	5001≥	1	20.000	8.000	40,0
Ortalama		4	6.975	3.300	63,4

İncelenen işletmelerde üretilen ürünlere göre kapasite kullanım oranları sırasıyla peynirde % 42,4, yoğurtta % 41,2 ve sütte % 35,1'dir. İşletme grupları arasında ürünlerin kapasite kullanım oranları bakımından önemli farklılıklar bulunmaktadır. I. Grup işletmelerde yoğurdun kapasite kullanım oranı % 83,3 ile en yüksek iken, II. Grup işletmelerde % 15,8 ile en düşük düzeyde

bulunmaktadır. Yine sütte en yüksek kapasite kullanım oranı % 83,3 ile I. grupta yer alırken, en düşük kapasite kullanım oranı %17,5 ile III. Grup işletmelerdedir (Çizelge 2). Ülke genelinde faaliyet gösteren işletmelerle yapılan bir çalışmada, üretilen ürünler itibariyle kapasite kullanım oranının, peynir ve yoğurtta % 60 civarında iken, diğer ürünlerde bu oranın daha da düşük olduğu tespit edilmiştir (Şahin ve Yurdakul, 1996).

Çizelge 2. İncelenen İşletmelerde Üretilen Ürünlere Göre Kapasite Kullanım Oranları (%)

İşletme Grupları	Yoğurt	Süt*	Peynir**
I	83,3	83,3	10,0
II	15,8	19,9	14,3
III	50,0	17,5	3,8
Ortalama	41,2	35,15	42,4

\*Süt=Açık İçme Sütü+Pastörize Süt

\*\*Peynir=Beyaz Peynir+Kaşar Peyniri

İşletmelerin tamamında atıl kapasite vardır. Atıl kapasitenin başlıca nedeni, hammadde yetersizliği olup, bunu sırasıyla elektrik kesintisi, arıza, onarım, satış güclüğü gibi problemler izlemektedir. Ülke

genelindeki süt ve süt mamulleri işletmeleriyle yapılan bir çalışmada ise, en önemli atıl kapasite nedenlerinin, hammadde yetersizliği, finansman yetersizliği ve satış güclüğü olduğu tespit edilmiştir (Baykal ve ark.,1989).

#### İşletmelerin Süt ve Süt ürünleri Üretimi

Ülkemizde mandıra, kooperatif işletmeleri ve fabrikalarda uygulanan üretim ve sanitasyon yöntemleri ile teknolojik düzey, hem birbirinden ve hem de grupların kendi içlerinde değişiklikler göstermektedir (DPT, 1990). Aynı durum Van ili için de geçerlidir.

İşletmelerde gruplara göre üretilen ürünler çizelge 3' te verilmiştir. İşletmelerde günlük olarak

üretilen ürünlerin yarısından fazlası ( % 51,8) yoğurt olup, bunu % 38,2 ile süt izlemektedir.

İşletme grupları itibariyle üretilen ürünlerin dağılımı incelendiğinde ise, küçük ve orta ölçekli işletmelerin hemen hemen hiç peynir üretimi yapmazken, büyük ölçekli işletmelerin ise üretimlerinin yaklaşık 1/3'ünü ( % 30,1) peynire ayırdıkları görülmektedir (Çizelge 3).

Çizelge 3.İncelenen İşletmelerde Üretilen Ürünlerin Yüzdesel Dağılımı

İşletme Grupları	Yoğurt(%)	Peynir(%)	Süt(%)
I	49,4	-	50,6
II	48,2	5,0	46,1
III	59,5	30,1	10,4
Ortalama	51,8	10,0	38,2

İncelenen işletmelerde, işletme başına ortalama günlük sütün mamullere dağılımında yoğurt

%36,5 ile ilk sırayı alırken, bunu sırasıyla %29,8 ile açık içme sütü, %21,9 ile beyaz peynir ve %11,8 ile de kaşar peyniri takip etmektedir (Çizelge 4).

Çizelge 4. İncelenen İşletmelerde İşlenen Sütün Mamullere Dağılımı (%)

İşletme Grupları	Yoğurt	Açık İçme Sütü	Beyaz Peynir	Kaşar Peyniri
I	29,4	29,4	35,3	5,9
II	47,2	44,8	6,9	1,1
III	19,4	2,1	39,8	38,7
Ortalama	36,5	29,8	21,9	11,8

#### İşletmelerin Depo Durumu

İncelenen işletmelerin ortalama üretim alanı 1.330 m<sup>2</sup> olup, III. grupta yer alan büyük ölçekli işletmeler, toplam üretim alanının yaklaşık % 85'ini teşkil etmektedir (Çizelge 5). İncelenen işletmelerin

ancak yarısının soğuk hava deposu olup, ortalama büyüklüğü 262 m<sup>2</sup> dir. Yine toplam soğuk depo alanının çok büyük bir kısmı büyük ölçekli işletmelerdedir ve bu gruptaki işletmelerin soğuk hava depo alanını çıkardığımızda, bu toplam 24 m<sup>2</sup>'e düşmektedir.

Çizelge 5.İncelenen İşletmelerin Üretim Alanı ve Depo Durumu

İşletme Grupları	Üretim Alanı (m <sup>2</sup> )	Normal Mevcut Depo (m <sup>2</sup> )	Soğuk Depo (m <sup>2</sup> )
I	120	15	-
II	600	74	24
III	4.000	500	1.000
Ortalama	1.330	166	262

#### İşletmelerin İstihdam Durumu

Süt ve süt mamulleri sanayiinde teknik eleman azlığı göze çarpan bir olgudur. Türkiye'de süt sanayinin gelişmesiyle birlikte, bu sanayi kolunda teknik eleman sıkıntısı ortaya çıkacaktır (DPT, 1990)

İncelenen işletmelerde, işletme başına çalışanların sayısı ortalama 17,25 olup, Van Süt' te çalışanları çıkardığımızda, bu ortalama 10'a düşmektedir. İşletmelerdeki personel durumu incelendiğinde dikkati çeken bir konu da, incelenen

işletmelerin üç tanesinde mühendis veya teknisyen gibi herhangi bir teknik elemanın çalışmıyor olmasıdır.

#### İşletmelerin Genel Özellikleri ve Karşılaştıkları Başlıca Problemler

İşletmelerin sadece bir tanesinde pazarlama sorunu bulunmaktadır. Pazarlama sorunu olan işletmelerin en önemli pazarlama sorunları ise, depolama ve ambalajlamadır.

İncelenen işletmelerin tamamı ürünlerini doğrudan kendileri pazarladığı halde bir tanesi ayrıca toptancılar ve bayiler yoluyla da pazarlama yapmaktadır. İşletme grupları itibariyle süt ve mamullerinin satış şekline baktığımızda, III. grupta yer alan büyük ölçekli işletmelerin ürünlerini daha çok toptancılara ve büyük miktarlarda sattıklarını görmekteyiz. I. ve II. grupta yer alan işletmeler ise, büyük ölçekli işletmelere oranla nispeten daha küçük oranlarda satış yapmakta ve ürünlerini de daha çok bakkal ve marketlerle, belirli satış noktaları aracılığıyla ürünlerini pazarlamaktadır.

İşletmelerin tamamı serbest piyasada oluşan fiyattan süt alımı yapmaktadır.

Üreticiden sütün işletmelere getirilmesi daha çok güğümle olmaktadır. Güğümle işletmelere getirilen sütün oranı % 87,5' tir. Geri kalan kısım ise, soğutmasız tankerlerle ve sağlıksız şartlarla işletmeye taşınmaktadır.

İşletmelerin iki tanesi süt üreticilerine avans vermezken, avans veren işletmelerin de bir tanesi sadece nakdi, diğer bir tanesi ise karışık (hem nakdi, hem aynı) olarak avans vermektedir.

İncelenen işletmelerin tamamının, başta (bozuk) sütler olmak üzere, su katkılı süt, kuru madde oranının düşüklüğü, ulaşım sıkıntısı, köylerde soğutma yerlerinin yetersizliği ve diğer (verim düşüklüğü, bilinçsiz sağım, aşılansız hayvanlardan sağım yapılmaması vb..) sorunlarla karşılaştıkları tespit edilmiştir.

İşletmelere yöneltilen "Kullandığınız üretim teknolojisi sizce nasıl?" sorusuna, hiçbir işletme iyi cevabını verememiş, iki tanesi normal derken, diğer iki tanesi ise, yetersiz cevabını vermiştir. Cevabı yetersiz ve normal olan işletmelere yöneltilen "Yeni teknolojiyi işletmenizde kullanmanızı engelleyen güçlükler nelerdir?" sorusuna başta finansman yetersizliği olmak üzere yeni teknolojilerin etkinliğindeki belirsizlik ve kamu kuruluşlarının desteğinin yetersizliği cevabı verilmiştir.

İşletmelerin üç tanesinin reklam yaptığı ve kalan bir tanesinin ise reklam yapmadığı belirlenmiştir. Reklam yapan işletmeler gazete, dergi ve televizyon reklamı ile eşantiyon dağıtımı ve diğer (pano reklamı, katalog hazırlama, milli gıda fuarına katılma gibi) reklam araçlarını kullanmaktadır.

İşletmelerin bir tanesi Araştırma-Geliştirme (AR-GE) çalışması yapmazken, geriye kalan üç tanesinin ise kendi bünyesinde AR-GE çalışması yaptığı tespit edilmiştir.

İşletmelerin üç tanesi kendi buldukları şehirdeki yerli firmaları, faaliyet alanlarındaki en önemli rakip olarak görürken, geriye kalan bir tanesi ise en önemli rakiplerinin, ülkedeki diğer firmalar olduğunu belirtmiştir.

İşletmelere yöneltilen "İşletmeniz açısından Türkiye'nin Gümrük Birliğine katılmasını nasıl değerlendiriyorsunuz?" sorusuna, işletmelerin yarısı iki tanesi Gümrük Birliğinden (GB) etkilenmeyeceğine ve bugünkü şekliyle faaliyete devam edeceğine olan inancını belirtirken, bir tanesi ise GB' den kısa dönemde olumsuz etkileneceklerini belirtmiş, geriye kalan iki işletme ise, GB çerçevesinde yeni fırsatların doğacağını ve bir takım yeni düzenlemeler (uyum çalışması) yapmaları gerektiğini belirtmiştir.

Ayrıca incelenen işletmeler, Gümrük Birliğine gidilmesinin, olumlu sonuçlar verebilmesi için, başta yeni teknolojiye erişmek olmak üzere, üretim maliyetlerini düşürmek, verimliliği artırmak ve toplam kaliteye ulaşmak gerektiğini belirtmişlerdir.

### Sonuç Ve Öneriler

Süt ve ürünleri gibi sanayicileri, pazarlamacıları ve nihayet tüketici gibi toplumda hemen herkesi ilgilendiren ürünlerde, üretim ve tüketimde ileri düzeye gelinebilmesi, mevcut ve potansiyel kaynakların etkili olarak kullanımını sağlayacak sütçülük politikalarının konulmasına ve yürütülmesine bağlı görülmektedir. Bu nedenle, Türkiye önce tarım, daha sonra onun içinde hayvancılık ve ona bağlı olarak da sütçülük politikalarını gerçekçi bir biçimde belirlemeli ve sonra da kararlılıkla uygulamalıdır. Bu politika içerisinde de geleceğe dönük hedeflerin doğru tespiti çok önemli ve zorunlu görülmektedir. Bu yaklaşım içinde de, öncelikle süt hayvancılığının ve sonra da süt sanayi tesislerinin teşviki önem arz etmektedir (Işıklı, 1995).

Ülkemiz genelinde olduğu gibi Van İlinde de süt sağımı, toplama ve nakliye işlemleri genellikle hijyenik olmayan koşullarda yapılmaktadır. Özellikle mandıralar kurulurken, sağlık koşullarına uyulmamakta ve teknolojinin gerektirdiği işlemler yapılmamaktadır. Tesislerde bulunması gerekli makine, alet ve ekipmanların özellikleri ve üretim koşulları iyice incelenerek açık bir şekilde belirlenmeli, modern tesislerde işlenen süt makinelerini artırmak için süt sanayii

yatırımlarını teşvik edici önlemler alınmalıdır (Demirci ve Kurultay, 1993).

Van ilinde süt işleme tesisleri tam kapasitede çalışmaları durumunda bile, toplam süt üretiminin ancak % 5,19'unu işleyebileceklerdir. Bu oran sağlıklı bir süt toplama ve değerlendirme sistemi ile süt üreticileri kooperatifleri kurulabildiği takdirde çok sayıda süt fabrikasının yörede kurulabileceği anlamına gelmektedir. Bu da hem ildeki sütün daha iyi değerlendirilmesini sağlayacak hem de istihdam imkanları doğuracaktır. Ayrıca köylülere bazı teknik bilgilerin aktarılması açısından da yardımcı olacaktır.

İncelenen işletmelerde kapasite kullanım oranı % 63,4' tür Atıl kapasitenin başlıca nedeni, hammadde yetersizliği olup, bunu sırasıyla elektrik kesintisi, arıza, onarım, satış güçlüğü gibi problemler izlemektedir.

İşletme başına çalışanların sayısı ortalama 17,25 olup, incelenen işletmelerin üç tanesinde mühendis veya teknisyen gibi herhangi bir teknik eleman çalışmamaktadır. Süt işletmelerinin kaliteli üretim yapabilmeleri için yeterli sayıda teknik elemanın bulundurulması gerekmektedir.

Üreticiden sütün işletmelere getirilmesi oldukça sağlıklı koşullarda ve daha çok güğümlerle olmaktadır (% 87,5). Geri kalan kısım ise, soğutmasız tankerlerle işletmeye taşınmaktadır. Üretilen sütün sütü işleyen işletmelere ve oradan da tüketicilere sağlıklı bir şekilde ulaştırılabilmesi için çiğ süt üretim merkezlerinden, süt ve süt mamulleri üretim merkezlerine ve buradan da süt ürünlerinin pazarladığı yerlere kadar soğuk zincir kurulmalıdır. Bunun için süt fabrikalarının yanı sıra, kurulacak süt üreticileri kooperatiflerine de büyük görevler düşmektedir.

İşletmelerin iki tanesi süt üreticilerine avans vermezken, avans veren işletmelerin de bir tanesi sadece nakdi, diğer bir tanesi ise karışık (hem nakdi, hem aynı) olarak avans vermektedir. Süt işleme tesislerinin üreticilere avans vermesi veya satın aldığı sütün ödemesini peşin yapması üreticilerin sütü bu tesislere satmasını

özendirecektir. Bu bakımdan süt işleme tesislerinin işletme sermayesi bakımından güçlendirilmesi önem kazanmaktadır.

### **Kaynaklar**

- Akyüz, N.,1990. Doğu Anadolu'da Süt ve Süt Ürünleri İşleme ve Pazarlama Sorunları,Doğu Anadolu'da Tarımın Verimlilik Sorunları Sempozyumu, MPM Yayınları No: 431, Ankara.
- Anonymous,1993.Gıda Sanayi Envanteri II. Tarım ve Köy işleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü. Ankara.
- Anonymous, 1998, DİE, Tarımsal Yapı ( Üretim, Fiyat, Değer), Yayın No: 2097, Ankara.
- Arsan, A., 1989. Ülkemizdeki İçme Sütü Konusundaki Gelişmeler ve Karşılaşılan Sorunlar. Ulusal Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu. MPM, Yayın No: 394. Ankara.
- Baykal, O., Ergun,N., Pazarcık,O.,Gıda Sanayinde Küçük ve Orta Boy İşletmelerin Karşılaştıkları Sorunlar ve Çözüm Yolları, Milli Produktivite Merkezi Yayınları Yayın No: 382, Ankara, 1989.
- Büyükkılıç, D., Arpacıoğlu, H., 1990. Süt ve Ürünleri Sanayinde Verimlilik ve Firmalar arası Karşılaştırma. MPM. Yayın no: 406. Ankara.
- Demirci,M., Kurultay,Ş., 1993.Süt Ürünleriyle İlgili Yasal Düzenlemeler ve Sorunlar . 5. Türkiye Sütçülük Kongresi. 20-21 Mayıs 1993. Ankara.
- Şahin, K.,Gül,A.,1996. Çukurova Bölgesinde Süt ve Süt Ürünleri İşletmelerinde Verimlilik ve İşletmeler Arası Karşılaştırma. MPM. Verimlilik Dergisi1996/4. Ankara.
- Şahin, K.,Yurdakul, O.,1996. Mandıralarda Yapısal ve Ekonomik Sorunların İşletme Yapılarına Etkileri. Türkiye II. Tarım Ekonomisi Kongresi. Cilt 1. Adana.
- Tunçtürk,Y.,Van ilinin Genel Sütçülük Durumu üzerine bir araştırma (Yüksek Lisans Tezi 1991).Van.



# Farklı Büyütme ve Yemleme Koşullarında Yetiştirilen Karakaş ve KarakaşxHamdani (G1) Melezi Toklularda Testis Gelişimi

Turgut AYGÜN<sup>(1)</sup>  
Murat DEMİREL<sup>(1)</sup>

Orhan KARACA<sup>(2)</sup>

Tufan ALTIN<sup>(2)</sup>  
Mehmet BİNGÖL<sup>(1)</sup>

**Özet:** Bu çalışma, doğal ve kalıntı sütle büyütülen ve yemlerine katkı maddesi olarak sodyum lasalocid ilave edilen Karakaş ve KarakaşxHamdani (G1) melezi erkek toklularının testis gelişimini incelemek amacı ile yapılmıştır. Testis ölçüleri üzerine genotip ile birlikte doğum tipi, ana yaşı, deneme yaşı ve canlı ağırlık gibi kimi çevre etmenlerinin etkileri de araştırılmıştır.

Genel ortalama testis çapı, testis uzunluğu, skrotum çevresi ve skrotum uzunluğu sırasıyla  $3.26\pm 0.05$ ,  $6.78\pm 0.09$ ,  $19.81\pm 0.23$  ve  $10.42\pm 0.15$  cm olarak bulunmuştur. Ana yaşı ve canlı ağırlık bütün özellikler için ( $P<0.01$ ) düzeyinde önemli varyasyon meydana getirmiştir. Tokluların doğal veya kalıntı sütle büyütülmesinin, testis çapı ( $P<0.01$ ) hariç diğer testis ölçüleri için önemli etkiye sahip olmadığı görülmüştür.

Sonuç olarak, testis ölçülerinin kontrol grubu toklularda sodyum lasalocid ilave edilmiş yemlerle beslenen toklulara oranla oldukça yüksek ( $P<0.01$ ) olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Testis gelişimi, büyütme yöntemi, Sodyum lasalocid, toklu

## Testicular Growth of Karakaş and KarakaşxHamdane (G1) Crossbred Ram Lambs Maintained in Conditions of Different Raising and Feeding

**Abstract:** This study was aimed to search testis growth of Karakaş and KarakaşxHamdani (G1) crossbred ram lambs raised with residue milk and natural, and fed with feeds added sodium lasalocid. Effects of genotype and some environment factors such as birth type, dam age, age in experiment and live weight on testis characteristics were also researched.

The overall means of testis diameter, testis length, scrotal circumference and scrotal length were found  $3.26\pm 0.05$ ,  $6.78\pm 0.09$ ,  $19.81\pm 0.23$  and  $10.42\pm 0.15$  cm, respectively. The effects of dam age and live weight on the all testis characteristics were found significant ( $P<0.01$ ). The effect of raising with residue milk on the testis characteristics except testis diameter ( $P<0.01$ ) was found nonsignificant.

In conclusion, it was observed that testis characteristics were significantly ( $P<0.01$ ) higher in ram lambs of control group than in ram lambs fed with feeds added sodium lasalocid.

**Key words:** Testicular growth, raising method, Sodium lasalocid, ram lambs

### Giriş

Koçlarda sperma verimi testislerin büyüklüğü ile doğrudan ilgilidir (Allison, 1972; Cameron ve ark., 1984a). Testislerin gelişimi ve sperma veriminin hayvanların beslenme düzeyi ile önemli ölçüde ilgili olduğu birçok çalışmada ortaya koyulmuştur (Cameron ve ark., 1984b; Cameron ve ark., 1988; Murray ve ark., 1990; Murray ve ark., 1991). Koçların beslenmesinde yapılacak iyileştirme, testislerin büyüklüğüne bağlı olarak günlük spermatozoit üretiminde önemli bir artış sağlayabilmektedir (Oldham ve ark., 1978). Burada, beslenme düzeyinde yapılan iyileştirmenin sindirilebilir enerji, protein, mineral ve vitamin miktarlarındaki artışı ifade ettiği belirtilmektedir (Murray ve ark., 1990).

Braden ve ark. (1974) koçlarda protein ve enerji düzeylerinin spermatozoit üretimi üzerine etkisini ortaya koymak amacıyla yaptıkları çalışmada, daha fazla sperm üretimi için ekstra bir proteine ihtiyaç olmadığı ve enerji alımındaki artışın spermatozoit üretimi için proteinden daha etkili olduğunu belirtmişlerdir. Ancak, Oldham ve ark. (1978) proteinin testislerin gelişiminde önemli bir besin maddesi olduğunu ileri sürmektedirler. İyi bir protein kaynağı olan lupen danesi ile beslenen koçlarda testis büyüklüğünün, beslenmedeki değişim ve nitrojen dengesi ile önemli düzeyde ilgili olduğu da bildirilmektedir (Cransberg, 1977).

<sup>(1)</sup> Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 65080-Van

<sup>(2)</sup> Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Aydın

Bilindiği gibi, çiftlik hayvanlarının beslenmesinde iyonofor grubu maddeler de kullanılmaya başlanmıştır. Bu maddelerden sodyum lasalocid yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Sodyum lasalocid bir karboksilik asit grubu olup çoğunlukla gram pozitif bakterilere karşı etkilidir. Aynı zamanda, İn vitro fermantasyonu düzenlemekte, methanogenesis olayını inhibe ederek enerji kayıplarını önlemektedir. Proteinlerin rumendeki deaminasyonunu azaltarak iyi kaliteli proteinlerin sindirimini abomasum ve ince bağırsağa doğru kaydırmaktadır. Ayrıca, rumendeki asidosis olaylarını azaltmakta ve kuzularda doğal olarak bulunan koksidiyozu önleyerek yemden yararlanma ve yemlerin sindirimini artırmaktadır (Bartley ve ark., 1979; Chalupa, 1988).

Koçlarda mevsimsel varyasyon bakımından ırklar arasında birtakım ayrımlar bulunmaktadır (Dufour ve ark., 1984). Araştırmalar testis özellikleri ile fotoperiyod arasında pozitif ilişkilerin olduğunu göstermiştir (Sutama ve Edey, 1986; Murray ve ark., 1991). Testislerin gelişimi gün ışığındaki mevsimsel değişimin en üst seviyede olduğu yaz ayları sonunda ve kış başlarında maksimuma ulaşmaktadır (Mickelsen ve ark., 1981; Lindsay ve ark., 1984).

Araştırmalar, testis özellikleri ile canlı ağırlık ve yaş arasında önemli ilişkilerin olduğunu göstermektedir. Acıpayam erkek kuzularında yapılan bir araştırmada, canlı ağırlık ile testis çapı, testis uzunluğu, skrotum çevresi, skrotum uzunluğu ve skrotum hacmi arasındaki fenotipik korelasyonlar sırasıyla, 0.48, 0.52, 0.51, 0.41 ve 0.57 olarak bulunmuştur (Kaymakçı ve ark., 1988).

Bu araştırma, doğal ve kalıntı sütle (sağımdan sonra memede kalan süt) büyütülen ve farklı düzeylerde sodyum lasalocid ilave edilmiş yoğun yemle beslenen ortalama 7 aylık yaşta Karakaş ve KarakaşxHamdani (G1) melezi erkek toklularının testis gelişimini incelemek amacıyla yapılmıştır. Ayrıca, testis özellikleri üzerine genotip, doğum tipi, ana yaşı, deneme yaşı ve deneme canlı ağırlığı gibi etmenlerin etkileri de değerlendirilmiştir.

### Materyal ve Yöntem

Bu araştırma, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama Çiftliği'nde bulunan 2 aylık yaşta süttan kesilmiş ortalama 7 aylık 36 baş Karakaş ve 9 baş KarakaşxHamdani (G1) melezi olmak üzere toplam 45 erkek toklu üzerinde yürütülmüştür. Ancak, yeme alıştırmaya dönemi içinde 6 baş Karakaş toklusu öldüğünden toplam 39 baş hayvan (Karakaş: 30, Melez: 9 toklu) değerlendirmeye alınmıştır. Ayrıca araştırmanın son haftasında 2 Karakaş toklu daha ölmüştür (6. denetim: 37 toklu). Yemleme grupları entansif yeme alıştırmaya dönemi başında şansa bağlı oluşturulmuştur. Yemleme gruplarına büyütme yöntemleri bakımından şansa bağlı olarak aynı sayıda hayvan ayrılmıştır. Bununla birlikte araştırmada, ölen hayvanlardan dolayı büyütme, yemleme, genotip, doğum tipi, ana yaşı ve denetim gruplarındaki n sayıları farklılık göstermektedir. İstatistik değerlendirmeler buna göre yapılmıştır.

Araştırmada kullanılan yemlerin bileşimi ve ham besin madde içerikleri Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan kaba ve yoğun yemlerin bileşimi ve ham besin madde içerikleri (%)

Yem Maddeleri	Yoğun Yem	Besin Maddeleri	Yoğun Yem	Korunga Samanı
Kepek	12.0	Kuru Madde	88.7	89.9
Soya	6.0	Ham Kül	5.7	6.0
Arpa	37.7	Ham Protein	15.2	7.5
Buğday	27.0	Ham Yağ	3.6	4.0
Mısır	11.0	Ham Sellüloz	5.4	43.0
Mermer Tozu	1.8	N.siz Öz. Maddeler	58.8	29.4
Melas	4.0			
Tuz	0.3			
Remineral 2	0.1			
302 F-30	0.1			

Araştırmadaki doğal büyütülen kuzular süttan kesim dönemi olan iki aylık yaşa kadar anaları ile birlikte tutulmuşlardır. Kalıntı sütle büyütülen kuzular doğumdan itibaren bir hafta analarının yanında kaldıktan sonra

aşamları analarından ayrılarak sabah sağımdan sonra tekrar analarının yanına bırakılmıştır. Denemeye başlamadan önce toklular 15 gün süreyle yeme alıştırmış ve iç parazit mücadelesi yapılmıştır.

Hayvanlar 3 gruba ayrılarak; kontrol grubu olan 1. gruba sodyum lasalocid ilave edilmemiş toklu besi yemi, 2. ve 3. gruba ise kg yeme sırasıyla 30 mg ve 60 mg sodyum lasalocid ilaveli toklu besi yemi adlibitum olarak verilmiştir (Tuncer ve ark., 1986). Kaba yem olarak hayvan başına 100 g/gün korunga samanı verilmiştir. Canlı ağırlık tartımları, akşamdan aç bırakılan hayvanlarda 14 gün arayla 100 g duyarlıktaki kantarla yapılmış olup besi 70 gün devam etmiştir.

Toklularda testis çapı, testis uzunluğu, skrotum çevresi ve skrotum uzunluğu gibi testis özellikleri Sönmez ve Kaymakçı (1987)'nin bildirişlerine göre ve Eylül-Kasım aylarında 14 gün aralıklarla alınmıştır. Testis çapı ve testis uzunluğuna ilişkin değerler, her iki testisten alınan ölçümlerin ortalaması alınarak bulunmuştur.

Verilerin değerlendirilmesi, Harvey (1987) tarafından yazılan En-Küçük Kareler Analizi programına göre bilgisayarda yapılmıştır. Buna göre bütün denetimlerin analizinde;

$$Y_{ijklmnp} = \mu + a_i + b_j + c_k + d_l + f_m + g_n + b1(X_{ijklmnp} - X) + b2(Z_{ijklmnp} - Z) + e_{ijklmnp}$$

şeklindeki doğrusal matematik model kullanılmıştır.

Bu modelde yer alan terimlerden: Y; herhangi bir toklunun testis özelliği bakımından değerini,  $\mu$ ; beklenen populasyon ortalamasını, a; büyütme yöntemini, b; yemleme grubunu, c; genotipi, d; doğum tipini, f; ana yaşını, g; yaş döneminin etkisini, b1 ve b2; herhangi bir testis özelliğinin sırasıyla denetim yaşı (gün) ve denetim canlı ağırlığına (kg) göre regresyonunu, X ve Z; herhangi bir toklunun denetim yaşı ve canlı ağırlığını, X ve Z; tokluların ortalama denetim yaşı ve canlı ağırlığını, e; ise normal, bağımsız ve şansa bağlı hatayı göstermektedir. Etmenlerin alt gruplarına ilişkin karşılaştırmalarda ise Duncan (1975) testi uygulanmıştır. Ayrıca, testis özellikleri ile yaş ve canlı ağırlık arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için korelasyon analizi de yapılmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

### Testis Özellikleri

Karakaş ve KarakaşHamdani (G1) melezi toklularda testis özelliklerine ilişkin tanımlayıcı değerler Çizelge 2'de; testis özelliklerini etkileyen etmenlere ilişkin varyans analizine dayalı olarak düzeltilmiş ortalamalar ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir.

Değerlendirmeye alınan testis özelliklerinin değerleri bakımından elde edilen sonuçlar değişik ırklar için bildirilen kimi bulgulardan yüksek (Kaymakçı ve ark., 1988; Aygün ve Karaca, 1995; Öztürk ve ark., 1995), bazılarında ise düşüktür (Foster ve ark., 1989; Odabaşoğlu ve ark., 1992). Yapılan bu çalışmalar arasında kullanılan tokluların yaşı bakımından önemli farklılık yoktur. Bundan dolayı karşılaştırmaların güvenli olduğu söylenebilir.

Çizelge 3'de görüldüğü gibi, araştırmada değerlendirmeye alınan etmenlerden büyütme yöntemi ile genotipin etkisi sadece testis çapı için sırasıyla  $P < 0.01$  ve  $P < 0.05$  düzeyinde önemli, diğer özellikler için önemsiz bulunmuştur. Ancak Karakaş toklularının testis ölçülerinin melezlerinden daha iyi durumda olduklarını söylemek mümkündür.

Yemleme grupları skrotum uzunluğunda  $P < 0.05$  ve diğer özelliklerde  $P < 0.01$  düzeyinde önemli varyasyon meydana getirmiştir. Çizelge 2'de de görüldüğü gibi, testis özellikleri bakımından elde edilen en yüksek ortalamalar kontrol grubunda, en düşük ortalamalar ise yemlerine 60 mg/kg sodyum lasalocid ilave edilmiş grupta gözlenmiştir. Sürekli çevre etmeni olarak değerlendirilen denetimdeki canlı ağırlığın etkisi ele alınan bütün özellikler için çok önemli ( $P < 0.01$ ) bulunmuştur. Daha önce bu hayvanlar üzerinde yapılmış çalışmada kontrol, 30 mg/kg ve 60 mg/kg sodyum lasalocid ilave edilmiş yemlerle beslenen toklularda 70 günlük besi süresince besi başı ile besi sonu canlı ağırlık ortalamaları arası farklılığın sırasıyla 16.4 kg, 19.7 kg ve 14.3 kg olduğu bildirilmiştir (Altın ve ark., 1996). Ayrıca besi sonu canlı ağırlıkları sırasıyla 41.4 kg, 42.5 kg ve 40.8 kg olarak bulunmuştur. Yemleme grupları arasındaki canlı ağırlık bakımından görülen ayrımın ise istatistik olarak önemli olmadığı bildirilmiştir. Yapılan çalışmalarda besi yemlerine sodyum lasalocid ilavesinin canlı ağırlık değişiminde olumlu artışlar sağladığı ortaya koyulmuştur (Tuncer ve ark., 1986; Okuyan ve ark., 1988; Altın ve ark., 1996). Canlı ağırlığın testis özellikleri için önemli bir faktör olduğu (Haley ve ark., 1990; Yarney ve ark., 1990) ve yemleme grupları arasında canlı ağırlık bakımından gözlenen farklılığın önemli olmadığı (Altın ve ark., 1996) dikkate alındığında 30 mg/kg ve 60 mg/kg sodyum lasalocid ilave edilmiş yemlerle beslenen gruplarda değerlendirmeye alınan testis özelliklerinde kontrol grubuna oranla gözlenen bu düşüşün sodyum lasalocid katkı maddesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Doğum tipi testis ölçülerinin hiçbiri için önemli bir varyasyon kaynağı olmamıştır. Aynı ırk üzerinde yapılan başka bir çalışma bu sonucu desteklemektedir (Aygün ve Karaca, 1995). Ayrıca, Kaymakçı ve ark.'nın (1988) Acıpayam kuzuları için bildirdikleri sonuçla da uyum göstermektedir. Buna karşılık doğum tipinin bu

özelliklere etkisinin önemli olduğunu bildiren araştırmalar da vardır (Shrestha ve ark., 1983; Purvis ve ark., 1991).

Bununla birlikte, ana yaşı bütün testis özellikleri için  $P<0.01$  düzeyinde önemli bir varyasyon kaynağı olmuştur. Ana yaşının bu özellikler üzerine önemli etkileri olduğunu bildiren araştırmaların yanında (Foster ve ark., 1989; Purvis ve ark., 1991; Aygün ve Karaca, 1995), ana yaşının etkisinin önemli olmadığını bildiren bir araştırmaya da rastlanmıştır (Kaymakçı ve ark., 1988). Bütün testis özellikleri bakımından en düşük

değerlerin  $\geq 6$  yaşlı anaların toklularından elde edilmesi ilgi çekicidir.

Denetim veya yaş dönemleri (1.denetim: 200, 2.dent.: 214, 3.dent.: 228, 4.dent.: 242, 5.dent.: 256 ve 6.dent.: 270. gün) testis uzunluğu için önemli bir etkiye sahip değilken, skrotum çevresi ve uzunluğu için  $P<0.01$  düzeyinde, testis çapı için  $P<0.05$  düzeyinde önemli varyasyon meydana getirmiştir. Acıpayam (Kaymakçı ve ark., 1988) ve Karakaş kuzularında da (Aygün ve Karaca, 1995) benzer sonuçlar bildirilmiştir. 3. yaş dönemi (228. gün) hariç tutulursa yaş yani denetim dönemleri arasında bir uyumun olduğu söylenebilir.

Çizelge 2. Karakas ve KarakasxHamdani (G1) mezeli tokluların testis özelliklerine ilişkin tanımlayıcı değerler (cm)

Sınıflama	n	Testis Çapı			Testis Uzunluğu			Skrotum Çevresi			Skrotum Uzunluğu		
		X±Sx	En Az	En Çok	X±Sx	En Az	En Çok	X±Sx	En Az	En Çok	X±Sx	En Az	En Çok
GENEL	229	3.26±1.06	1.50	6.75	6.78±1.95	3.15	12.00	19.81±5.44	10.00	32.00	10.42±2.12	6.00	16.50
Büyütme Yönt. Doğal: Büyütme Kalıntı Süt: Büy. Yemleme Grubu	107 122	3.31±0.98 3.22±1.12	1.55 1.50	5.55 6.75	6.99±1.92 6.60±1.96	3.15 3.40	11.10 12.00	20.52±5.47 19.18±5.36	10.00 10.00	32.00 31.00	10.76±2.00 10.12±2.18	7.00 6.00	16.00 16.50
Kontrol 30 mg/kg s.l.a.l.o. 60 mg/kg s.l.a.l.o.	66 84 79	3.36±1.29 3.16±0.95 3.29±0.94	1.60 1.50 1.60	6.75 4.95 5.45	6.91±2.23 6.79±1.90 6.68±1.75	3.80 3.15 3.40	12.00 10.85 11.10	20.19±5.95 19.80±5.38 19.51±5.11	11.00 10.00 10.00	32.00 32.00 32.00	10.39±2.30 10.63±2.25 10.23±1.79	6.50 6.00 6.50	16.00 16.50 15.00
Genotip Karaka <sup>a</sup> Kka <sup>a</sup> xHamdani (G1)	177 52	3.37±1.07 2.89±0.92	1.50 1.60	6.75 4.95	7.01±1.97 6.01±1.66	3.15 3.40	12.00 10.65	20.40±5.46 17.82±4.95	10.00 10.00	32.00 29.00	10.68±2.17 9.57±1.66	6.00 6.50	16.50 14.00
Doğum Tipi Tekiz İkiz Ana Yaşı	129 100	3.34±1.12 3.16±0.97	1.50 1.55	6.75 5.55	6.93±2.05 6.60±1.81	3.40 3.15	12.00 11.10	20.21±5.60 19.32±5.22	10.00 10.00	32.00 32.00	10.37±2.28 10.49±1.90	6.00 6.50	16.50 16.00
Ya <sup>a</sup> Dönemleri	58 29 76 12 54	3.26±0.96 3.97±1.38 3.39±0.95 3.30±1.04 2.68±0.79	1.60 1.90 1.60 1.55 1.50	4.95 6.75 5.45 4.85 4.25	6.91±1.81 8.06±2.45 6.89±1.83 7.13±2.05 5.72±1.34	3.40 3.90 3.70 3.80 3.15	10.65 12.00 11.10 10.05 8.20	20.61±5.38 22.10±5.51 20.25±5.43 21.21±5.20 16.77±4.37	11.00 12.00 10.00 13.50 10.00	31.00 32.00 32.00 29.00 26.20	10.05±1.61 11.75±2.30 10.70±2.10 12.29±3.03 9.27±1.43	7.00 8.00 6.50 7.00 6.00	14.00 16.00 16.00 16.50 12.00
1 (200. Gün)	37	2.42±0.78	1.50	5.00	5.40±1.77	3.15	10.60	15.56±3.50	10.80	24.00	9.99±2.16	6.00	16.50
2 (214. Gün)	38	2.66±0.81	1.50	5.10	5.63±1.68	3.45	10.80	16.69±4.27	10.00	25.50	9.95±2.08	7.00	15.00
3 (228. Gün)	39	3.01±0.89	1.60	5.60	6.39±1.71	3.70	10.25	18.12±4.44	10.00	27.00	10.09±2.44	6.50	16.00
4 (242. Gün)	39	3.49±1.01	1.85	6.40	7.03±1.60	4.10	10.60	20.28±4.87	11.50	30.00	10.63±2.11	7.00	16.00
5 (256. Gün)	39	3.75±0.87	2.05	6.50	7.81±1.56	5.05	11.80	22.97±4.53	14.00	31.00	10.73±1.91	7.00	16.00
6 (270. Gün)	37	4.15±0.85	2.25	6.75	8.31±1.58	5.00	12.00	24.83±4.37	15.00	32.00	11.10±1.81	8.00	15.50

Ayrıca, 1. yaş döneminde (200. gün) skrotum uzunluğuna ilişkin 12.06 cm olarak bulunan değer 6. yaş döneminde (270. gün) 9.75 cm'ye düşmüştür (P<0.01). Bu azalış, skrotumun düşük sıcaklıklarda testislerin sıcaklığını ayarlamak için bir çift kas ile yukarı çekilmesiyle açıklanmaktadır (Kaymakçı, 1994). Araştırmada son ölçümlerin Kasım ayının sonunda yapıldığı dikkate alınır, bu azalışın havaların soğumasından kaynaklandığı düşünülebilir.

Sürekli çevre faktörü olarak dikkate alınan denetimdeki yaştan, testis çapı, testis uzunluğu ve skrotum çevresi için önemli bir varyasyon kaynağı olmadığı, ancak skrotum uzunluğu için P<0.01 düzeyinde önemli

varyasyon meydana getirdiği belirlenmiştir. Denetimdeki canlı ağırlığın etkisi ise değerlendirilmeye alınan bütün özellikler için çok önemli bulunmuştur (P<0.01). Elde edilen bu sonuçlar, Aygün ve Karaca'nın (1995) skrotum uzunluğu için bildirdiği sonuçla uyumlu, diğer özellikler için bildirilenlerden farklıdır.

#### Toklularda Testis Özellikleri ile Yaş ve Canlı Ağırlık Arasındaki İlişkiler

Karakaş ve KarakaşxHamdani (G1) melezi toklularında testis özellikleri ile yaş ve canlı ağırlık arasındaki fenotipik korelasyon katsayıları Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 3. Karakaş ve KarakaşxHamdani (G1) melezi toklularında testis özelliklerine ilişkin En Küçük Kareler ortalamaları (cm)

Sınıflama	n	Testis Çapı	Testis Uzunluğu	Skrotum Çevresi	Skrotum Uzunluğu
		X±S <sub>x</sub>	X±S <sub>x</sub>	X±S <sub>x</sub>	X±S <sub>x</sub>
GENEL	229	3.26±0.05	6.78±0.09	19.81±0.23	10.42±0.15
Büyütme Yöntemi					
Doğal Büyütme	107	3.13±0.07 <sup>f</sup>	6.76±0.12	19.90±0.32	10.97±0.20
Kalıntı Sütle Büyütme	122	3.40±0.06 <sup>e</sup>	6.93±0.11	19.91±0.29	10.65±0.18
Yemleme Grubu					
Kontrol	66	3.41±0.07 <sup>c</sup>	7.08±0.13 <sup>e</sup>	20.93±0.33 <sup>e</sup>	11.11±0.20 <sup>a</sup>
30 mg/kg s.lasalocid	84	3.32±0.08 <sup>f</sup>	7.04±0.14 <sup>c</sup>	20.31±0.36 <sup>f</sup>	11.08±0.22 <sup>a</sup>
60 mg/kg s.lasalocid	79	3.06±0.07 <sup>b</sup>	6.46±0.14 <sup>f</sup>	18.47±0.36 <sup>b</sup>	10.42±0.22 <sup>b</sup>
Genotip					
Karakaş <sup>o</sup>	177	3.39±0.04 <sup>a</sup>	7.00±0.08	20.42±0.21	10.80±0.13
Karakaş <sup>o</sup> xHamdani (G1)	52	3.14±0.08 <sup>b</sup>	6.69±0.15	19.38±0.40	10.81±0.24
Doğum Tipi					
Tekiz	129	3.19±0.06	6.70±0.11	19.51±0.29	10.59±0.18
İkiz	100	3.34±0.06	6.99±0.11	20.29±0.30	11.03±0.18
Ana Yaşı					
2	58	3.22±0.07 <sup>b</sup>	6.82±0.13 <sup>f</sup>	20.35±0.34 <sup>fg</sup>	10.09±0.21 <sup>h</sup>
3	29	3.64±0.11 <sup>e</sup>	7.31±0.20 <sup>e</sup>	20.06±0.54 <sup>b</sup>	10.92±0.33 <sup>b</sup>
4	76	3.20±0.07 <sup>b</sup>	6.72±0.13 <sup>f</sup>	19.91±0.34 <sup>f</sup>	10.81±0.21 <sup>f</sup>
5	12	3.36±0.15 <sup>f</sup>	7.22±0.27 <sup>e</sup>	21.45±0.73 <sup>c</sup>	12.49±0.44 <sup>e</sup>
≥6	54	2.91±0.08 <sup>h</sup>	6.15±0.14 <sup>b</sup>	17.74±0.37 <sup>h</sup>	9.73±0.22 <sup>i</sup>
Yaş Dönemleri					
1 (200. Gün)	37	3.07±0.10 <sup>d</sup>	6.91±0.19 <sup>bcd</sup>	18.97±0.50 <sup>b</sup>	12.06±0.30 <sup>e</sup>
2 (214. Gün)	38	3.30±0.10 <sup>b</sup>	6.95±0.17 <sup>abc</sup>	19.95±0.46 <sup>f</sup>	11.65±0.28 <sup>f</sup>
3 (228. Gün)	39	3.13±0.09 <sup>c</sup>	6.73±0.16 <sup>d</sup>	18.84±0.42 <sup>b</sup>	10.79±0.25 <sup>b</sup>
4 (242. Gün)	39	3.31±0.08 <sup>b</sup>	6.73±0.15 <sup>cd</sup>	19.49±0.41 <sup>f</sup>	10.62±0.25 <sup>b</sup>
5 (256. Gün)	39	3.28±0.09 <sup>b</sup>	6.86±0.16 <sup>ab</sup>	20.66±0.43 <sup>e</sup>	9.98±0.26 <sup>h</sup>
6 (270. Gün)	37	3.49±0.10 <sup>a</sup>	7.11±0.18 <sup>a</sup>	21.51±0.47 <sup>c</sup>	9.75±0.28 <sup>b</sup>
Regresyon (Linear)					
Denetimdeki Yaş <sup>o</sup>		-0.003±0.002	0.007±0.004	-0.011±0.011	0.021±0.007 <sup>**</sup>
Denetim Canlı Ağırlığı		0.111±0.009 <sup>**</sup>	0.177±0.016 <sup>**</sup>	0.543±0.042 <sup>**</sup>	0.145±0.025 <sup>**</sup>

(\*\*): P<0.01.

a, b, c, d: P<0.05; e, f, g, h, i: P<0.01; her alt grupta aynı sütunda farklı harfleri taşıyan değerler arası farklılıklar önemlidir.

Çizelge 4. Karakaş ve KarakaşxHamdani (G1) melezi toklularında testis özellikleri ile yaş ve canlı ağırlık arasındaki fenotipik korelasyon katsayıları

Özellikler	Ya°	Canlı Ağırlık
Testis Çapı	0.770**	0.874**
Testis Uzunluğu	0.810**	0.877**
Skrotum	0.768**	0.874**
Çevresi		
Skrotum	0.596**	0.652**
Uzunluğu		
Ya°	1.000	0.843**

(\*\*): P<0.01.

Çizelge 4’de de görüldüğü gibi toklularda yaş ile tüm testis özellikleri arasında hesaplanan fenotipik korelasyon katsayıları orta-yüksek ve yüksek olup istatistik olarak çok önemli bulunmuştur (P<0.01). Aynı şekilde, değerlendirmeye alınan testis özellikleri ile canlı ağırlık arasındaki fenotipik korelasyon katsayıları da oldukça yüksek olup istatistik olarak çok önemlidir (P<0.01). Değişik ırklarda yapılan çalışmalarda da yaş (Foster ve ark., 1989; Purvis ve ark., 1991; Matos ve ark., 1992) ve canlı ağırlık (Shrestha ve ark., 1983; Haley ve ark., 1990; Yarney ve ark., 1990) ile testis özellikleri arası ilişkiler bakımından benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bu araştırmada yaş ile canlı ağırlık arasındaki fenotipik korelasyon katsayısı oldukça yüksek (P<0.01) düzeydedir. Araştırmacılar, özellikle canlı ağırlık ile eşeyssel olgunluk yaşı arasında önemli ilişkilerin olduğunu bildirmişlerdir (Kaymakçı ve ark., 1988; Fogarty ve ark., 1995; Hall ve ark., 1995).

#### Sonuç

Kalıntı sütle büyütülen tokluların testis çapı doğal büyütülenlerden önemli ölçüde (P<0.01) yüksektir. Ancak diğer ölçüler bakımından tokluların doğal veya kalıntı sütle büyütülmesinin önemli olmadığı belirlenmiştir. Dolayısıyla, sağılan süt miktarının artacağını da göz önünde bulundurarak, tokluların kalıntı sütle büyütülmesinin testislerin gelişmesi bakımından herhangi bir sakınca oluşturmayacağı söylenebilir.

Yemleme gruplarının değerlendirmeye alınan testis özellikleri için çok önemli (P<0.01) varyasyon kaynağı olduğu görülmüştür. Testis ölçüleri, kontrol grubu toklularda sodyum lasalocid ilave edilmiş yemlerle beslenen gruplara oranla oldukça yüksek (P<0.01) bulunmuştur. Sodyum lasalocid ilave edilen tokluların canlı ağırlıkları kontrol grubu toklularinkinden yüksek olduğu halde, testis ölçülerinin düşük olması dikkate değerdir. 30 mg/kg ve 60 mg/kg sodyum lasalocid ilave edilmiş yemlerle beslenen gruplarda değerlendirmeye alınan testis özelliklerinde kontrol grubuna oranla gözlenen bu düşüşün sodyum lasalocid katkı maddesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bununla beraber, daha kesin bir yargıya varılabilmesi için başka çalışmaların yapılmasında yarar vardır.

#### Kaynaklar

- Allison, A.J., 1972. The effect of mating pressure on characteristics of the ejaculate in rams and on reproductive performance in ewes. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 32: 112-113.
- Altın, T., M. Demirel, T. Aygün ve M. Bingöl, 1996. Kalıntı sütle büyütme ve yeme lasalocid ilavesinin tokluların besi performansına etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniv., Zir. Fak. Derg.*, 6(2): 127-138.
- Aygün, T. ve O. Karaca, 1995. Karakaş erkek kuzularında kimi testis özellikleri. *Tr. J. Vet. Anim. Sci.*, 19(3): 161-167.
- Bartley, E.E., E.L. Herad, R.M. Bechtle, D.A. Sapienza and B.E. Breut, 1979. Effect of monensin or lasalocid, with and without niacin or amicloral, on rumen fermentation and feed efficiency. *J. Anim. Sci.*, 49(4): 1066-1075.
- Braden, A.W.H., K.E. Turnbull, P.E. Mattner and G.R. Moule, 1974. Effect of protein and energy content of the diet on the rate of sperm production in rams. *Aust. J. Biol. Sci.*, 27: 63-73.
- Cameron, A.W.N., I.J. Fairnie, D.H. Curnow, E.J. Keogh and D.R. Lindsay, 1984a. The relationship between testicular size and daily sperm output of rams. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*, 15: 568-574.
- Cameron, A.W.N., I.J. Fairnie and E.J. Keogh, 1984b. Semen quality, quantity and flock fertility. In *“Reproduction in Sheep”*. Eds. D.R. Lindsay, D.T. Pearce. pp.79-85, Canberra.
- Cameron, A.W.N., P.M. Murphy and C.M. Oldham, 1988. Nutrition of rams and output of spermatozoa. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.*, 17: 162-165.
- Chalupa, W., 1988. Manipulation of rumen fermentation. In *“Recent Developments in Ruminant Nutrition”*. Eds. W. Haresign, D.J.A. Cole. pp.1-18, London.
- Cransberg, L., 1977. *Influence of Nutrition on Sperm Production in The Ram*. Part of Honours Degree, University of Western Australia.
- Dufour, J.J., M.H. Fahmy and F. Minvielle, 1984. Seasonal changes in breeding activity, testicular size, testosterone concentration and seminal characteristics in rams with long and short breeding season. *J. Anim. Sci.*, 58: 416-422.

- Duncan, D.R., 1975. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, 11: 1-42.
- Fogarty, N.M., D.G. Hall and A.R. Gilmour, 1995. Performance of crossbred progeny of transie fertility Merino and Booroola Merino rams and Poll Dorset ewes: II. Reproductive activity, liveweight and wool production of ewe lambs. *Aust. J. Exper. Agric.*, 35: 1075-1082.
- Foster, R.A., P.W. Kadds, D. Hoffmann and G.D. Briggs, 1989. The relationship of scrotal circumference to testicular weight in rams. *Australian Veterinary Journal*, 66(1): 20-22.
- Haley, C.S., G.J. Lee, M. Ritchie and R.B. Land, 1990. Direct responses in males and correlated responses for reproduction in females to selection for testicular size adjusted for body weight in young male lambs. *J. Reprod. Fert.*, 89: 383-396.
- Hall, D.G., N.M. Fogarty and A.R. Gilmour, 1995. Performance of crossbred progeny of transie fertility Merino and Booroola Merino rams and Poll Dorset ewes: I. Lamb birth weight, survival and growth. *Aust. J. Exper. Agric.*, 35: 1069-1074.
- Harvey, W.R., 1987. *User's Guide for LSMLMW PC-1 Version Mixed Model Least Squares and Maximum Likelihood Computer Program*. Ohio State Univ., Columbus, Mimeo.
- Kaymakçı, M., C. Sarıcan ve O. Karaca, 1988. Acıpayam erkek kuzularında testis özellikleri üzerinde araştırmalar. *Ege Üniv., Zir. Fak. Derg.*, 25(2): 109-123.
- Kaymakçı, M., 1994. *Üreme Biyolojisi*. Ege Üniv., Zir. Fak. Yay., No: 503, İzmir, 247 s.
- Lindsay, D.R., J. Pelletier, C. Pisselet and M. Courot, 1984. Changes in photoperiod and nutrition and their effect on testicular growth of rams. *J. Reprod. Fert.*, 71: 351-356.
- Matos, C.A.P., D.L. Thomas, T.G. Nash, D.F. Waldron and J.M. Stookey, 1992. Genetic analyses of scrotal circumference size and growth in Rambouillet lambs. *J. Anim. Sci.*, 70: 43-50.
- Mickelsen, W.D., L.G. Paisley and J.J. Dahmen, 1981. The effect of season on the scrotal circumference and sperm motility and morphology in rams. *Theriogenology*, 16: 45-52.
- Murray, P.J., J.B. Rowe, D.W. Pethick and N.R. Adams, 1990. The effect of nutrition on testicular growth in the Merino rams. *Aust. J. Agric. Res.*, 41: 185-195.
- Murray, P.J., J.B. Rowe and D.W. Pethick, 1991. Effect of season and nutrition on scrotal circumference of Merino rams. *Aust. J. Exper. Agric.*, 31: 753-756.
- Odabaşoğlu, F., O. Karaca ve T. Altın, 1992. Morkaraman toklu ve koçlarının bazı testis özellikleri. *Selçuk Üniv., Vet. Fak. Derg.*, 8(1): 32-33.
- Okuyan, R., E. Tuncel ve İ. Ak, 1988. Entansif kuzu besisinde kullanılan lasalocidin kuzuların besi performansına etkisi. *Roche Bilimsel Yayın.*, 8 s.
- Oldham, C.M., N.R. Adams, P.B. Gherardi, D.R. Lindsay and J.B. Mackintosh, 1978. The influence of level of feed intake on sperm producing capacity of testicular tissue in the ram. *Aust. J. Agric. Res.*, 29: 173-179.
- Öztürk, A., B. Dağ, U. Zülkadir ve A.H. Aktaş, 1995. Konya Merinosu toklu ve koçlarının bazı testis özellikleri. *Hayvancılık Araştırma Derg.*, 5(1-2): 15-17.
- Purvis, I.W., L.R. Piper, T.N. Edey and R.J. Kilgour, 1991. Genetic variation in testicular diameter in a random-breeding Merino flock. *Livestock Prod. Sci.*, 29: 181-196.
- Shrestha, J., P.S. Fiser, G.A. Langford and D.P. Heaney, 1983. Influence of breed, birth date and body weight on testicular measurements of growing lambs maintained in a controlled environment. *Can. J. Anim. Sci.*, 63: 835-847.
- Sönmez, R. ve M. Kaymakçı, 1987. *Koyunlarda Döl Verimi*. Ege Üniv. Zir. Fak. Yay., No: 404, İzmir.
- Sutama, I.K. and T.N. Edey, 1986. Postpubertal sexual development in Merino rams after differential feeding through puberty. *Theriogenology*, 25: 601-607.
- Tuncer, Ş.D., B. Coşkun, R. Cantoray ve M.A. Tekeş, 1986. Sütten kesilmiş Akkaraman kuzularında sodyum lasalocidin besi performansı üzerine ve muhtemel bir koksidiyozise karşı etkisi. *Selçuk Üniv., Vet. Fak. Derg.*, 2(1): 9-26.
- Yarney, I.A., L.M. Sanford and W.M. Palmer, 1990. Pubertal development of ram lambs: body weight and testicular size measurements as indices of postpubertal reproductive function. *Can. J. Anim. Sci.*, 70: 139-147.



# Damla Sistemiyle Sulanan Pamukta (Sıra Üzerinde) Ve Kuru Bölgedeki (Sıra Arasında) Bitki Su Tüketimlerinin Karşılaştırılması

Ahmet ERTEK

Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, 65080 - Van / Türkiye

**Özet :** Bu çalışma, damla sistemiyle sulanan pamukta, ıslak (sıra üzerinde) ve kuru bölgede (sıra arasında) bitki tarafından tüketilen su miktarlarının karşılaştırılması amacıyla yapılmıştır. Araştırma, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Deneme Alanında, 1994-95 yıllarında yürütülmüştür. Araştırmada Çukurova-1518 pamuk çeşidi kullanılmıştır. Lateraller sıra aralıklarıyla uyumlu olarak (0.7 m ara ile) yerleştirilmiştir. Sulama suyu miktarının belirlenmesinde açık su yüzeyi buharlaşma değerlerinden yararlanılmıştır. Çalışmada, iki farklı sulama aralığı ( $S_1 = 5$  ve  $S_2 = 10$  gün), üç bitki katsayısı ( $K_{cp1} = 0.75$ ,  $K_{cp2} = 0.90$  ve  $K_{cp3} = 1.05$ ) ve iki ıslatma yüzdesi ( $P_1 = 0.70$  ve  $P_2 =$  bitki örtüsü yüzdesine göre değişen) kullanılmıştır. İlk sulama, 120 cm toprak derinliğindeki elverişli nem % 40 düzeyine düştüğünde yapılmış ve mevcut nemi tarla kapasitesine getirecek miktarda su uygulanmıştır. Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları 322 - 472 mm; mevsimlik su tüketimi (Et) değerleri, ıslak bölgede 449 - 615 mm; kuru bölgede ise 419 - 588 mm arasında değişmiştir. Sonuçta; damla ile sulanan pamukta, kuru bölgede (sıra arasında) belirlenen bitki su tüketimi değerlerinin, ıslak bölgede (sıra üzerinde) belirlenen değerlerle doğrusal olarak artış gösterdiği ve anılan değerlere oldukça yakın ve önemsenmeyecek derecede olduğu gözlenmiştir.

**Anahtar kelimeler :** Pamuk, damla sulama, evapotranspirasyon

## The Comparison Of The Wetted Zone (on the Rows) With The Dry Zone (Between the Rows) Et At The Irrigated Cotton Crop With Drip System

**Abstract :** This study was conducted to determine the comparison of the wetted zone Et with the dry zone Et at the irrigated cotton crop with drip system. The research was carried out at the experimental area of the Department of Agricultural Structures and Irrigation of Çukurova University in 1994 and 1995. In the experiment, Çukurova-1518 cotton variety was planted. The laterals were placed at 0.7 m intervals (a lateral for every crop row). The amount of irrigation water applied was based on free surface evaporation from a screened Class-A Pan. Irrigation treatments consisted of two different irrigation intervals ( $I_1 = 5$ ;  $I_2 = 10$  days), and three plant-pan coefficients ( $K_{cp1} = 0.75$ ,  $K_{cp2} = 0.90$ ,  $K_{cp3} = 1.05$ ) and two different wetted percentage ( $P_1 = 0.70$  and  $P_2 =$  based on cover percentage of crop). The first irrigation was applied when the available soil moisture in the 120 cm depth in the profile was at 40 % level. According to the results, seasonal irrigation water varied from 322 to 472 mm; seasonal Et in the wetted zone varied from 449 to 615 mm; and in the dry zone (just outside of the wetted zone) the seasonal Et varied between 419-588 mm. The results showed that in the dry zone Et values have linearly increased with wetted zone Et values and approximately and appreciable.

**Keywords :** Cotton, drip irrigation, evapotranspiration

### Giriş

Bitki su tüketimi, en genel anlamıyla bitki ile örtülü bir alandan atmosfere atılan toplam su buharı miktarıdır. Anılan değer, toprak ve su kaynaklarının geliştirilmesi amacıyla hazırlanan projeler için temel girdi sayılmaktadır (Kanber ve ark., 1993). Bitki su tüketimi, sulama, drenaj, toprak sıcaklığı ve bitki verimi ile doğrudan ilişkili olduğundan; sulama ve drenaj mühendisleri için önemli bir konudur. Sulama ve drenaj sistemlerinin projelenmesi, su haklarının saptanması, hidrolojik çalışmaların yapılabilmesi ve sulama tesislerinin işletme ve idaresi için evapotranspirasyonun iyi bilinmesi gereklidir (Özer, 1993).

Genellikle bitkiler, yüzey, yağmurlama ve yersel sulama yöntemlerinden birisiyle sulanırlar (Leliart, 1987). Bilimsel anlamda sulama yapabilmek için, sulama zamanının, kullanılacak su miktarının ve uygulama yönteminin iyi seçilmesi gerekmektedir. Bu konularda uygun kararların alınabilmesi için de bitki su tüketimlerinin bilinmesi zorunludur (Başkan, 1993).

Sulanan alanlarda toprağa verilen su miktarı, sulama sistemine bağlı olarak belirlenir (Hoffman ve ark., 1990). Genellikle yüzey sulama yöntemleriyle, diğer yöntemlere göre daha fazla su uygulanır. Bu nedenle, sulama suyunun sınırlı ve pahalı olduğu yerlerde yüksek randımanlı sulama yöntemleri yeğlenmektedir. Bunlardan damla

sulama, sebze ve meyvelerin yanında, tarla bitkilerinin sulanmasında da yoğun biçimde kullanılmaktadır. Damla sistemleriyle arazide sadece belli bir alan ıslatıldığından, doğal olarak, sudan önemli ölçüde tasarruf sağlanır (Goldberg ve ark., 1976). Anılan yöntemle bitkilerin transpirasyon kaybını yeterli olarak karşılayabilecek devamlı bir "kullanılabilir toprak nemi" sağlanabilmektedir. Bu sistemde, kaynaktan kapalı borularla alınan sulama suyu, dağıtım boruları üzerine belirli aralıklarla yerleştirilmiş damlatıcılar aracılığı ile uygulanır. Damlatıcılardan çok düşük debi ile sıfır basınç yükü altında çıkan su, yerçekimi etkisiyle toprağa girer (Tekinel ve Çevik, 1990).

Damla sulama yöntemi; toprakta her an için bitkinin kullanımına hazır nem bulundurmak suretiyle, bitkinin topraktan su almak için sarfedeceği enerjiyi vejetatif ve generatif gelişmesinde kullanılabileceği varsayımına dayanmaktadır (Çevik ve ark., 1994).

Damla sulama yöntemiyle daha az su uygulanması nedeniyle topraktaki gübre ve diğer bitki besin maddelerinin yıkanarak derine sızması ve buna bağlı olarak, çevre kirliliği önlenebilmektedir. Öte yandan damla sulama yöntemi, tarımsal üretimde para ve zaman kaybına neden olan yabancı otların denetimini sağlayan yöntemdir. Ayrıca, enerji ve işçilik gereksinimi az; kuruluş gideri sabit yağmurlama sistemlerinden daha ucuzdur (Hill ve Keller, 1980).

Su kaynaklarına olan istemin artması ve sulamaya elverişli su miktarının giderek azalması gözönüne alınırsa, yukarıda açıklanan üstün özellikleri nedeniyle sulama suyu ve çevre kirliliği riskinin daha az olduğu damla sulama konusundaki araştırmalar önem taşımaktadır. Böylece, yapılacak araştırmaların ışığı altında değişik bitkiler için en uygun sulama programları ve su-üretim fonksiyonları elde edilebilir (Ertek, 1998).

Damla sulama yöntemi ile pamuk sulanmasında su kayıpları önemli ölçüde azaltılabilmekte ve yüksek randımana ulaşılmaktadır (Yavuz, 1993). Genel olarak sistemin bakımlı ve iyi çalışır durumda tutulması koşuluyla damla sulama ile birim alandan % 20 daha fazla ürün alınmakta ve sulama suyundan % 40 artırım sağlanmaktadır (Acatay, 1996).

Shanmugham ve ark. (1977) Hindistan'da; Güleriyüz ve Özkan (1993) ise Antalya'da yaptıkları çalışmalarda, pamukta damla ve karık sulama yöntemlerini karşılaştırmışlar ve her iki yöntemde de kütlü veriminin aynı, fakat damlada uygulanan suyun % 50 daha az olduğunu belirlemişlerdir.

Damla sulamada sulamalar sonrası oluşan ıslak bölgenin şekli damlatıcı debisine bağlıdır. Bu bölgenin düşey boyutu, genellikle, daha küçük olur ve yatay boyutu ise damlatıcı debisine bağlı olarak doğrusal bir artış gösterir. Verilen toprak, bitki ve iklim koşulları altında uygun damlatıcı aralığı ve debisinin belirlenmesi, ıslak toprak hacminin şekli ve boyutu, toprak su içeriğinin dağılımı ve bu hacimdeki düzensiz değişime bitkinin tepkisinin bilinmesini gerektirir (Keller ve Bresler, 1973).

Öte yandan, damla sulamada sıralar arasında kalan kuru bölgenin nem içeriği damlatıcı debisi yanında damlatıcı ve lateral aralığına bağlı olarak da değişecektir. Damlatıcı ve lateral aralığı azaldıkça, kuru bölgedeki nem içeriğinde artış gözlenecektir.

Bitki su tüketimi, bitki ile kaplı tüm yüzeylerden olan buharlaşmayı da kapsadığından, kuru bölgeden gerek bitki kökleriyle alınan ve gerekse buharlaşma yoluyla kaybolan su miktarı da, bitki su tüketiminde önem arz etmektedir.

Dünya literatürlerinde oldukça fazla araştırma sonucu bulunmasına karşın, ıslatma çapının saptanmasına yönelik amprik etitlik sayıyı oldukça az olup, bu etitliklerle elde edilecek ıslatma çapları arasında önemli düzeyde farklılıklar vardır. Bu nedenle, farklı damlatıcı debisi, sulama süresi ve toprak özellikleri için ıslatma çapının belirlenmesinde kullanılabilecek amprik etitlikleri geliştirmek ve uygun örtme oranının belirlenmesi ile damlatıcı aralığını saptamak için kapsamlı araştırmalara gereksinim vardır (Aran ve ark., 1997).

Bu çalışmada, damla sistemi ile sulanan pamukta, ıslak (sıra üzeri) ve kuru bölgeden (sıra arasından) bitki tarafından kaldırılan nem miktarının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Ayrıca, pamuğun damla sulama sistemleriyle sulanması durumunda, önemli bir projelene ölçütü olan, ıslatma yüzdesinin (P) ve bitki - pan katsayılarının (Kcp) anılan bölgelerden kaldırılan nem miktarına etkileri araştırılmıştır.

## Materyal ve Yöntem

Araştırma, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü deneme alanında 1994-1995 yıllarında yürütülmüştür. Deneme alanı denizden 20 m yükseklikte olup, 36° 59' N ve 35° 18' E enlem ve boylamları arasında yer almaktadır.

Deneme alanı toprakları Mutlu serisine girmekte olup, solumlarının kalınlığı çok fazladır. Yüksek oranda kil, orta derecede kireç içerirler (Özbek ve ark., 1974). Araştırma alanı

topraklarının sulama yönünden kimi özellikleri Çizelge 1' de verilmiştir.

Yörede Akdeniz iklimi görülmekte olup; yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır.

Deneme alanında bulunan istasyondan alınan çok yıllık gözlem sonuçlarına göre, yıllık ortalama sıcaklık 18.8 °C; en soğuk ay 9.4 °C ile Ocak, en sıcak ay ise 28.0 °C ile Ağustos ayıdır. Yıllık ortalama yağış 645.8 mm' dir. Yağışın % 90' ı kışın düşmektedir. Yıllık ortalama oransal nem % 66, rüzgar hızı 2.0 m/s dolaylarındadır.

Çizelge 1. Araştırma Alanı Topraklarının Bazı Sulama Özellikleri

Katman	Bünye	TK	SN	As	Aw	pH	EC	K <sub>2</sub> O *	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *
Derinliği	Sınıfı	Pw	Pw	gr/cm <sup>3</sup>	mm		DS/m	kg/da	Kg/da
0-30	C	37	20	1.19	60.69	7.8	0.34	135	15.8
30-60	C	39	20	1.16	66.12	7.7	0.25	65.6	2.7
60-90	C	39	19	1.15	69.00	7.8	0.23		
90-120	C	43	15	1.25	105.00	8.1	0.19		
120-150	C	42	14	1.24	104.16	7.7	0.18		

(\*) K<sub>2</sub>O ve P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> değerleri toprağın ilk 0-20 ve 20-40 cm' lerinde belirlenmiştir.

Denemede Çukurova-1518 pamuk çeşidi kullanılmıştır. Ekime hazır hale getirilen parsellere 70 cm sıra aralığı ile pnömatik mibzerle dekara 7 kg tohum düşecek şekilde ekim yapılmıştır; çykıttan sonra bitkiler, sıra üzeri mesafe 15-20 cm olacak biçimde seyreltilmiştir. Ekimle birlikte saf madde olarak dekara 16 kg azot ve 6 kg fosfor düşecek şekilde gübre uygulanmıştır (Güzel ve ark., 1983).

Konular, iki farklı sulama aralığı (S; 5 ve 10 gün), üç farklı Pan katsayısı (Kcp1 = 0.75, Kcp2 = 0.90, Kcp3= 1.05), sabit ıslatma yüzdesi (P1= 0.70) ve bitki gelişme devresi boyunca oluşan farklı örtü yüzdelere göre değişen ıslatma yüzdesi (P2) değerleri dikkate alınarak oluşturulmuş ve Bölünen-Bölünmüş parseller deneme desenine göre, 3 yinlemeli olarak düzenlenmiştir. Böylece, denemede 12 konu için 36 parsel oluşturulmuştur.

Parsel boyları lateral uzunluğuna göre 40 m olarak alınmıştır. Sıra aralığı 0.70 m olup, her parselde toplam 3 sıra yer almıştır. Böylece, herbir parselin alanı 84 m<sup>2</sup>' dir.

Sulama suyu hesabında, esasları Kanber (1984)'de verilen açık su yüzeyi buharlaşması yöntemi kullanılmıştır. Bu amaç için deneme

alanındaki meteoroloji istasyonunda bulunan A sınıfı (Class A Pan) buharlaşma kabından sulama aralıklarında okunan yığışimli buharlaşma değerleri kullanılmıştır. Yığışimli buharlaşma değerleri ile anılan katsayıların çarpılarak, sulama suyunun hesaplanmasında Eşitlik 1' den yararlanılmıştır.

$$I = A \times E_p \times K_{cp} \times P \quad (1)$$

Eşitlikte; I : sulama suyu miktarı (mm), A : parsel alanı (m<sup>2</sup>), E<sub>p</sub> : sulama aralıklarındaki yığışimli buharlaşma (CAP, mm), K<sub>cp</sub> : bitki-pan katsayısı, P : ıslatma yüzdesi (%). P değeri tam örtü durumunda 1' e ulaşmıştır. Örtülen alan yüzdesinin bulunmasında ise, Eşitlik 2 kullanılmıştır.

$$P = \frac{a}{b} \times 100 \quad (2)$$

Eşitlikte; a : bitki taç genişliği (cm), b : sıra aralığı (cm).

Bitki taç genişlikleri, her sulamadan önce sıra üzerindeki etiketlenmiş bitkilerde bu amaç için yapılmış ahtap kumpas kullanılarak ölçülmüştür.

Deneme parsellerinde ilk sulama 120 cm toprak profilindeki elverişli nem % 40 düzeyine düştüğünde yapılmış ve mevcut nemi tarla

kapasitesine getirecek kadar sulama suyu uygulanmıştır. Sonraki sulamalar deneme desenine göre 5 ve 10 günlük aralıklarla sulama mevsimi bitimine dek düzenli olarak uygulanmıştır.

Araştırmada kullanılan damla sulama sisteminin, denetim biriminde; basıncı düzenleyicisi, kum tankı, elek filtre, manometre, vana ve su sayacına yer verilmiştir. Yretim biriminde ise ana boru, yan boru (monifold), lateraller ve damlatıcılar yeralmıştır. Sistemde 12 mm apıda PE plastik lateral borular kullanılmıştır. Laterallar üzerinde 60 cm aralıklarla, debileri 2 atmosfer basınçta 2 L/h olan inline tipi (boru içi) damlatıcılar yeralmıştır.

Damlatıcı aralığı, deneme alanı topraklarının önceden

Yavuz (1993) tarafından belirlenmiş olan kararlı infiltrasyon hızı ( $I = 4.5$  mm/h) dikkate alınarak aşağıdaki Eşitlik 3 ile bulunmuştur (Kanber, 1993).

$$S_d = 0.90 \sqrt{q/I} \quad (3)$$

Eşitlikte;  $S_d$  : damlatıcı aralığı (m),  $q$  : damlatıcı debisi (L/h),  $I$  : toprağın kararlı infiltrasyon hızı (mm/h).

Sistem, parseller arasındaki boş sıralar hariç her bitki sırasına bir lateral gelecek şekilde planlanmıştır. Aynı miktarda su alan deneme parsellerinin hepsi için bir adet yan boru ve bu parsellerdeki sulama suyunun denetimi için de bir adet vana kullanılmış olup, sistemde 12 adet yan boru ve 12 adet vana yeralmıştır. Konulara uygulanması gerekli sulama suyu miktarları sistemin başına yerleştirilmiş su sayacı yardımıyla kontrol edilmiştir.

Deneme parsellerinde toprak nem ölçümleri ntronmetre ile Tüzüner (1981)'de belirtilen esaslardan yararlanılarak yapılmıştır. Her konu için bir ölçüm istasyonu oluşturularak, profilin 150 cm derinliğine kadar, aynı doğrultuda olmak üzere hem sıra üzerinde hem de sıra arasında nötron tüpleri çakılmıştır. Nem lmleri, sulamadan önce ve sonra ve hasatta her konu için ayrı ayrı yapılmıştır. Deneme konularında profilin ilk 30 cm'lik kısımlarında nem ölçümleri gravimetrik olarak yapılmıştır. Nem ölçümlerinden elde edilen verilerin değerlendirilmesi amacıyla ntronmetre

kalibrasyonu yapılmış ve kalibrasyon denklemi çıkarılmıştır (Eşitlik 4).

$$CR = 0.2372 + 0.01091P_v; R^2 = 0.47^{**} \quad (4)$$

Eşitlikte; CR : Gerçek / Standart sayım oranı,  $P_v$  : Toprak nem ieridi,  $cm^3/cm^3$

Çalışma sırasında, kullanılan kalibrasyon denklemlerinin doğruluğunu test etmek için zaman zaman profilin farklı derinliklerinden alınan toprak örneklerinin, gravimetrik olarak saptanan nem düzeyleri ile nötron okumalarından hesaplanan nem düzeyleri karşılaştırılmıştır. Deneme konularında bitki su tüketiminin belirlenmesinde James (1988) tarafından verilen, aşağıdaki su dengesi eşitliği kullanılmıştır.

$$E_t = I + R + C_r - D_p - R_f \pm \Delta_s \quad (5)$$

Eşitlikte;  $E_t$  : bitki su tüketimi (mm),  $I$  : sulama suyu (mm),  $R$  : yadığ (mm),  $C_r$  : kılcal yükseliş (mm),  $D_p$  : derine szlme kayıpları (mm),  $R_f$  : yüzey akığ kayıpları (mm),  $\Delta_s$  : toprak profilindeki nem değerimi (mm). Sulamalar damla ile yapıldığından  $C_r$ ,  $D_p$  ve  $R_f$  faktörleri dikkate alınmamıştır.

## Bulgular ve Tartışma

### Sulama Sonuçları

Deneme konularına uygulanan toplam sulama suyu miktarları izelge 2'de verilmiştir. Denemenin ilk yılında 11 Temmuz 1994 (ekiniden 53 gün sonra), ikinci yılında ise 17 Temmuz 1995 (ekiniden 76 gün sonra) tarihlerinde ve toprağın 120 cm derinliğindeki elverişli nemin % 40 düzeyine düştüğü anda ilk sulama yapılmıştır. Ardıl sulamalar, konulara göre, 5 ve 10 günlük aralıklarla uygulanmıştır. Çizelgeden görülebileceği gibi, denemenin birinci yılında S1 konularına 11 ve S2 konularına 6; ikinci yılında S1 konularına 7 ve S2 konularına 4 kez sulama suyu verilmiştir. En az ve en çok su uygulanan S1Kcp1P1 ve S2Kcp3P2 konularına ilk yıl sırasıyla toplam 350 mm ve 472 mm; ikinci yıl 282 mm ve 365 mm sulama suyu verilmiştir. Aynı yıldaki her iki sulama aralığında, benzer konularda P1 katsayısının sabit (0.70) olması nedeniyle, uygulanan sulama suyu miktarları aynıdır. P2'li konularda ise, sulama aralıklarında ölçülen bitki örtü yüzdesinin farklı olmasından dolayı, uygulanan sulama suyu miktarları farklı olmuştur. Öte yandan, sulama başlangıcında yaklaşık aynı değere sahip olmakla birlikte, bitki örtüsü

geliştikçe her iki sulama olmasından dolayı, uygulanan sulama suyu miktarları farklı olmuştur. Öte yandan, sulama başlangıcında yaklaşık aynı değere sahip olmakla birlikte, bitki örtüsü geliştikçe her iki sulama aralığında da P2 konularına P1 konularından daha fazla su uygulanmıştır. S2 sulama aralığındaki bitki örtü yüzdesinin, S1'dekinden daha fazla olması nedeniyle S2P2'li konulara daha fazla su uygulanmıştır.

Konulara uygulanan sulama suyu miktar ve sayılarındaki farklılığın ise, deneme yıllarına ilişkin iklimsel değişkenlerin farklılığından ileri geldiği söylenebilir (USDA.-SCS., 1967). Aynı konuda

Doorenbos ve Kassam (1986); Kanber ve Dervi<sup>o</sup> (1978); Tekinel ve Kanber (1979); Kanber ve ark. (1991) ve Yavuz (1993) benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Çizelge 2. Yıllara Göre Deneme Konularına Uygulanan Toplam Sulama Suyu Miktarları (mm)

Konular	Yıl		Konular	Yıl	
	1994	1995		1994	1995
S1Kcp1P1	350	282	S2Kcp1P1	350	282
S1Kcp2P1	380	298	S2Kcp2P1	380	298
S1Kcp3P1	410	315	S2Kcp3P1	410	315
S1Kcp1P2	388	313	S2Kcp1P2	393	317
S1Kcp2P2	426	336	S2Kcp2P2	432	341
S1Kcp3P2	464	357	S2Kcp3P2	472	365

#### Su Tüketimi (Et) Sonuçları

Sulama konularında mevsimlik su tüketimi değerleri, ıslak ve kuru bölge Et'si olarak iki kısımda ele alınmış ve konulara göre ayrı ayrı belirlenmiştir.

Yapılan hesaplama sonuçları, ıslak ve kuru bölge Et'si sırasıyla, Çizelge 3 ve 4' de verilmiştir.

Mevsimlik su tüketimi (Et) değerleri ele alınan sulama konularına ve denemenin yürütüldüğü yıllara göre farklılıklar göstermiştir. Islak bölgede belirlenen mevsimlik su tüketimi 1994 yılında 487 mm ile 615 mm arasında; 1995 yılında 449 mm ile 544 mm arasında değişmiştir. Kuru bölgede belirlenen mevsimlik su tüketimi değerleri ise, ıslak Et değerleri ile doğrusal artış göstermiş olup (Şekil 1); 1994 yılında 459 mm ile 588 mm ve 1995 yılı için 419 mm ile 511 mm arasında değişmiştir. Ayrıca, ıslak ve kuru bölgede belirlenen bitki su tüketimleri arasında % 1 önem düzeyinde istatistiksel bir bağıntı bulunmuştur. Bu durum, toprak suyunun potansiyel enerjisinin geniş bir sınır içinde değişmesine bağlanabilir. Çünkü, bir nokta ile diğeri arasındaki potansiyel enerji farkı, toprakta suyun hareket etmesine neden olur. Toprak suyu devamlı olarak azalan potansiyel enerji doğrultusunda hareket eder. Diğer bir

ifadeyle, doğada bütün maddeler genel olarak ve kendiliğinden potansiyel enerjinin yüksek olduğu yerden, düşük olduğu yere doğru hareket etme eğilimindedirler. Toprak suyu da dengeye ulaşmak için doğada aynı genel kurala uyar (Yeşilsoy, 1994). Böylece, ıslak bölgeden kuru bölgeye doğru daima bir su hareketi söz konusu olması, kuru bölgenin bitki ile kaplı olmaması ve daha fazla buharlaşmaya maruz kalması nedenleriyle bu bölgeden olan su tüketimi de ıslak bölgedekine yakın değerde çıkmıştır. Ayrıca, damla sulamada toprak neminin genellikle tarla kapasitesine yakın düzeyde olması da, ıslak ve kuru bölge Et'lerinin birbirine yakın çıkmasında diğer bir etken olduğu da söylenebilir.

Tekil 2-3 incelendiğinde, konuların mevsimlik su tüketimi değerlerinin uygulanan sulama suyu miktarı ile arttığını görülmektedir. Sonuçta, birbirine yakın miktarlarda sulama suyu uygulanan konuların bitki su tüketimleri de birbirine yakın çıkmıştır. En fazla sulama suyu S2Kcp3P2 konusuna uygulanmış ve en fazla su tüketimi, yine aynı konuda gerçekleşmiştir. Yıllara göre konulara uygulanan sulama suyu ile mevsimlik su tüketimi değerleri arasında, ıslak ve kuru bölgenin her ikisinde de istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli doğrusal ilişki bulunmuştur.

Çizelge 3'de görüldüğü gibi mevsimlik su tüketimi değerleri aynı konuda bile yıllara göre farklılık göstermiştir. Mevsimlik su tüketimleri yıldan yıla hatta yöreden yöreye değişme gösterebilmektedir. Birikmiş sıcaklıkları aynı olan yıllarda bile sıcaklıkların mevsim içerisinde dağılımlarında görülen sapmalardan dolayı her iki yıldaki su tüketimi aynı değildir (USDA - SCS, 1967). Ayrıca, araştırma yıllarında büyüme mevsimi uzunluklarının farklı olmasının da yıllar arasındaki su tüketimi değişmelerinde etken olduğu Baştuğ (1987) tarafından belirtilmiştir.

Pamuk bitkisi su tüketiminin damla sulama yöntemiyle belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmalarda Yavuz (1993) Çukurova koşullarında 1990 yılında, DT60 (damlatıcı aralığı 60 cm ve her sıraya tek lateral) konusu 619 mm, DT30 konusu 819 mm su tüketirken DC60 konusunda 658 mm ve DC30 (damlatıcı aralığı 30 cm ve her sıraya

çift lateral) konusunda 865 mm su tüketimi belirlemiştir. 1991 yılında ise konulara göre su tüketimini sırasıyla 465 mm, 595 mm 456 mm ve 646 mm olarak bulmuşlardır. Bazı deneme konularında uygulanan sulama suyu miktarının düşük olmasına rağmen, mevsimlik su tüketiminin yüksek olması, sulama öncesi düşen yağışlara ve topraktan kaldırılan nem miktarına bağlanabilir.

Güney İspanyada Fereres ve ark. (1985) tarafından yapılan çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Günlük buharlaşmanın % 100' ünün uygulandığı konularda 598 mm, % 75' inin uygulandığı konularda ise 480 mm bitki su tüketimi belirlenmiştir.

Bu çalışmada ulaşılan sonuçların, yukarıda değinilen araştırma bulguları arasında kaldığı söylenebilir. Bazı farklılıkların, daha önce de belirtildiği gibi, yöre, iklim ve ele alınan sulama programlarından kaynaklandığı söylenebilir.

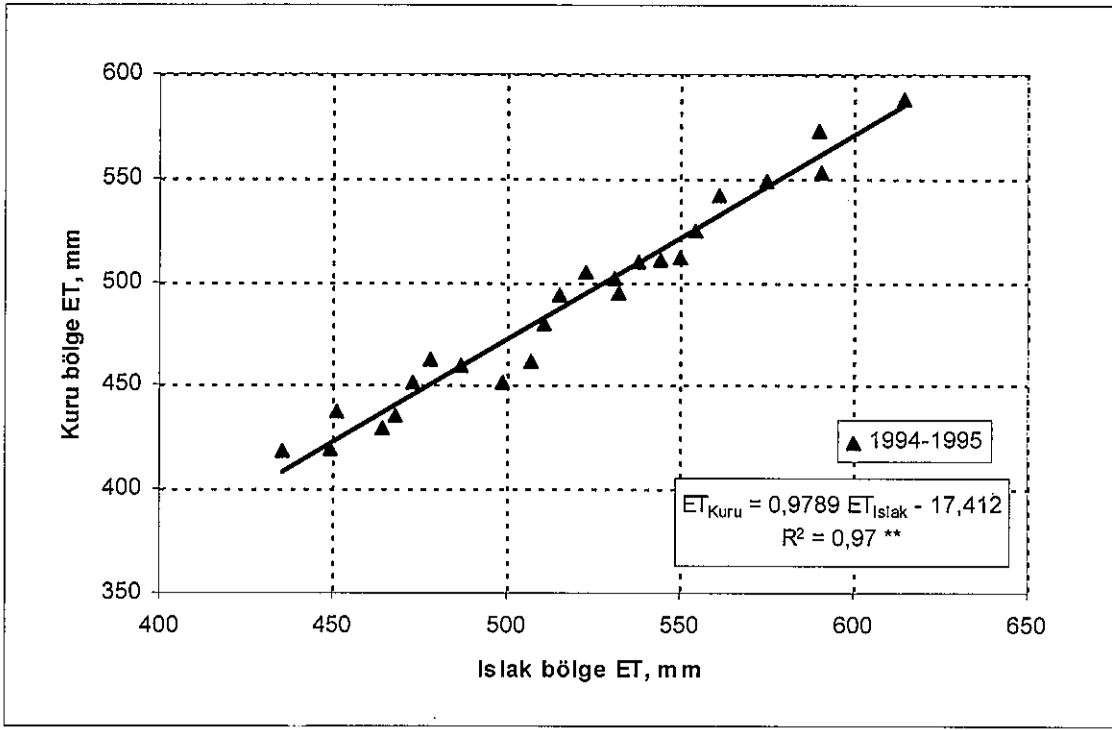
Çizelge 3. Yıllara Göre Deneme Konularında Islak Bölgede Mevsimlik Su Tüketimi Miktarları (\*)

Konular	Yıl	I Mm	R mm	±Δs mm	Et mm	Orans al Et %	Konular	Yıl	I mm	R mm	±Δs mm	Et mm	Orans al Et %
S1Kcp1P1	1994	350	66	71	487	79.2	S2Kcp1 P1	1994	350	66	91	507	82.4
	1995	322	128	-1	449	82.5		1995	322	128	-15	435	80.0
S1Kcp2P1	1994	380	66	69	515	83.7	S2Kcp2 P1	1994	380	66	85	531	86.3
	1995	339	128	-3	464	85.3		1995	339	128	-16	451	82.9
S1Kcp3P1	1994	410	66	74	550	89.4	S2Kcp3 P1	1994	410	66	99	575	93.5
	1995	355	128	16	499	91.7		1995	355	128	-10	473	86.9
S1Kcp1P2	1994	388	66	69	523	85.0	S2Kcp1 P2	1994	393	66	95	554	90.1
	1995	353	128	-13	468	86.0		1995	358	128	-8	478	87.9
S1Kcp2P2	1994	426	66	69	561	91.2	S2Kcp2 P2	1994	432	66	93	591	96.1
	1995	376	128	7	511	93.9		1995	382	128	22	532	97.8
S1Kcp3P2	1994	464	66	60	590	95.9	S2Kcp3 P2	1994	472	66	77	615	100.0
	1995	398	128	12	538	98.9		1995	405	128	11	544	100.0

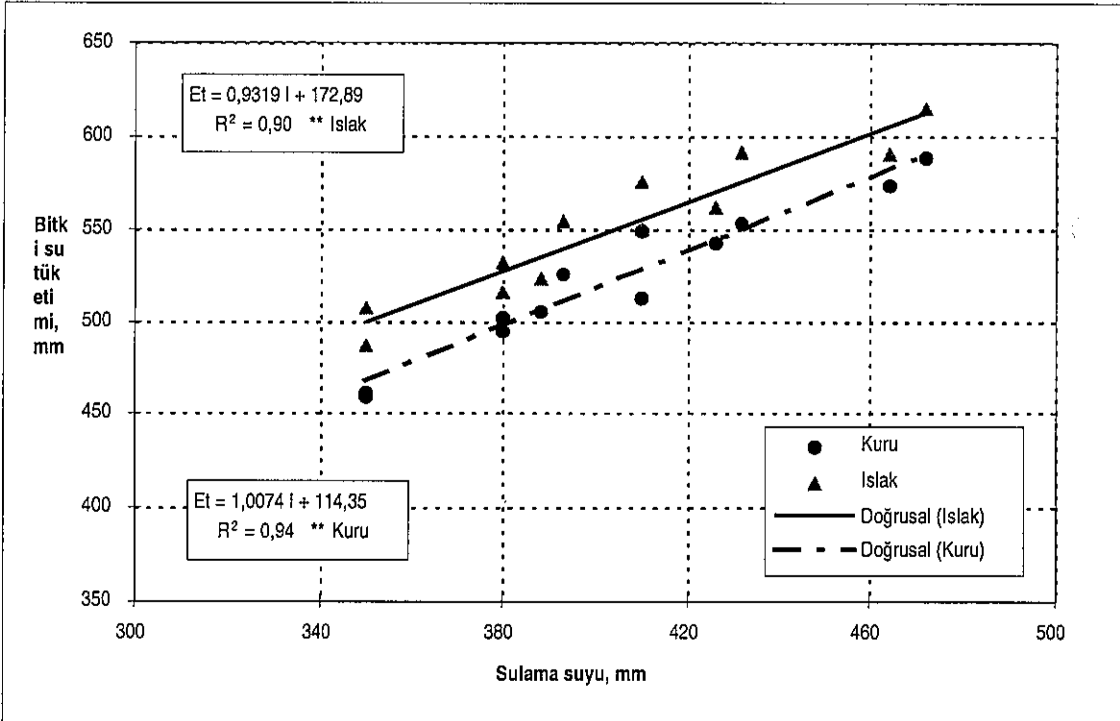
(\*) Sulama suyu miktarlarına, çimlenme suyu eklenmiştir.

Çizelge 4. Yıllara Göre Deneme Konularında Kuru Bölgedeki Mevsimlik Su Tüketimi Miktarları

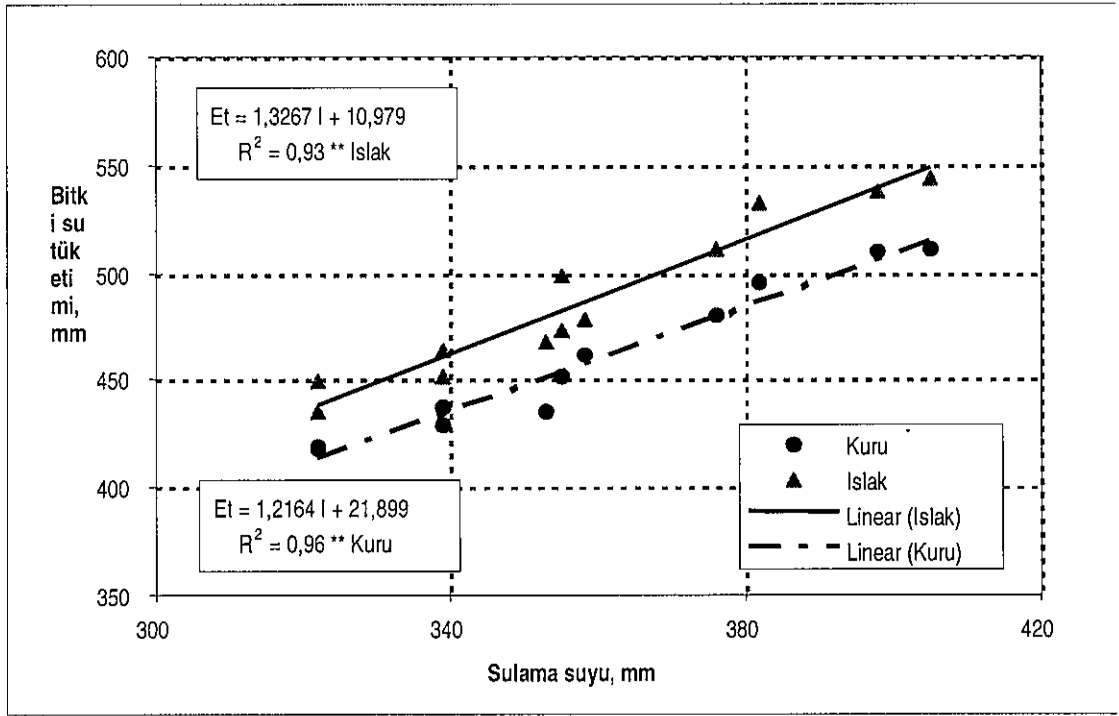
Konular	Yıl	R mm	±Δs mm	ET mm	Oransa l ET %	Konular	Yıl	R Mm	±Δs mm	ET mm	Oransa l ET %
S1Kcp1P1	1994	66	393	459	78.1	S2Kcp1P1	1994	66	395	461	78.4
	1995	128	291	419	82.0		1995	128	290	418	81.8
S1Kcp2P1	1994	66	428	494	84.0	S2Kcp2P1	1994	66	436	502	85.4
	1995	128	301	429	84.0		1995	128	309	437	85.5
S1Kcp3P1	1994	66	446	512	87.1	S2Kcp3P1	1994	66	483	549	93.4
	1995	128	323	451	88.3		1995	128	323	451	88.3
S1Kcp1P2	1994	66	439	505	85.9	S2Kcp1P2	1994	66	459	525	89.3
	1995	128	307	435	85.1		1995	128	334	462	90.4
S1Kcp2P2	1994	66	476	542	92.2	S2Kcp2P2	1994	66	487	553	94.1
	1995	128	352	480	93.9		1995	128	367	495	96.9
S1Kcp3P2	1994	66	507	573	97.5	S2Kcp3P2	1994	66	522	588	100.0
	1995	128	382	510	99.8		1995	128	383	511	100.0



Şekil 1. Islak ve kuru bölgede belirlenen bitki su tüketimlerinin karşılaştırılması



Şekil 2. Deneme konularında sulama suyu-bitki su tüketimi ilişkisi (1994)



Şekil 3. Deneme konularında sulama suyu-bitki su tüketimi ilişkisi (1995)

### Sulamalar Öncesi ve Sonrası Toprak Nem Durumu

Sulamalar öncesi ve sonrası 150 cm toprak profilinde ıslak bölgede belirlenmiş olan nem miktarları Şekil 4 - 7'de grafiksel olarak gösterilmiştir. İlk yıl S1 ve S2 konularında sulamalar öncesi toprakta bulunan nem içeriği sulama sezonunun ilk yarısında hemen hemen tarla kapasitesine çok yakın bir düzeyde iken, sulama sezonu sonuna kadar giderek azalma göstermiştir. Bu düşüş elverişli kapasitenin S1 konularında % 47, S2 konularında % 38' ine kadar sürmüştür. Bu durum, Ağustos'ta bitki su tüketiminin diğer aylara nispeten çok fazla olmasına ve dolayısıyla uygulanan sulama suyu haricinde, toprak profilinde daha önce birikmiş olan nemin bir kısmının tüketilmesine bağlanabilir. Konulara ilişkin sulamalar sonrası nem içerikleri ise, sulamalar öncesi nem içerikleriyle aynı doğrultuda seyretmiş fakat, verilen sulama suyu oranında daha fazla nem içermiştir.

İkinci yıl da da, yukarıda ilk yıl için açıklanan benzer durumlar söz konusu olup, sulamalar

öncesi toprak nem içeriği elverişli kapasitenin S1 konularında % 57, S2 konularında % 55' ine kadar azalmıştır. Fakat bu azalma, yıllar arasındaki iklimsel verilerin farklılığı nedeniyle, ilk yıla nispeten daha azdır. Her iki yılda da S2 konularında toprak nem içeriğinin elverişli kapasitenin S1 konularına göre daha düşük olması, sulama aralığının artmasıyla toprakta depolanan nemin tüketiminin de artacağını göstermektedir (Meiri ve ark., 1992).

Her iki yılda da, S2 konularında sulamalar öncesi toprak nem içeriğinin daha düşük çıkmış olması, kuruma döngülerinin S1 konularına göre daha uzun olmasına bağlanabilir. Diğer taraftan, genellikle bitki örtüsüne bağlı ıslatma yüzdesi (P2) değerinin, sabit ıslatma yüzdesi (P1)'den büyük olduğu ve dolayısıyla sulama uygulamalarının fazla olduğu konularda, sulamalar öncesi ve sonrası nem içerikleri daha fazladır.

Çevik ve ark. (1994)'de bildirildiğine göre, geleneksel sulama yöntemleriyle sulanan



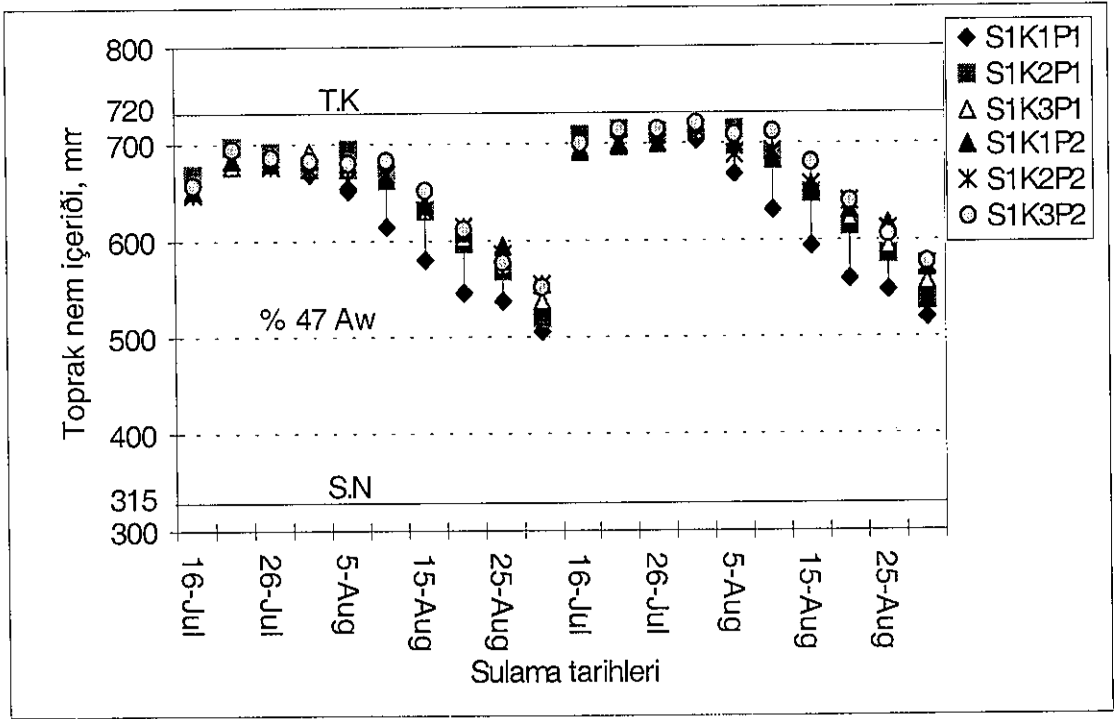
arazilerde, sulamadan daha sonraki günlerde, tarla kapasitesi altına inip solma noktasına yaklaşan sürekli bir toprak suyu azalımı söz konusu iken, damla sulamada, daha sık yapılan sulama uygulamaları nedeniyle böyle bir durum yoktur.

Genel olarak bu çalışmada, sulama sezonu sonuna dek bütün konularda toprak nem içeriğinin, tarla kapasitesine yakın bir düzeyde kaldığı söylenebilir.

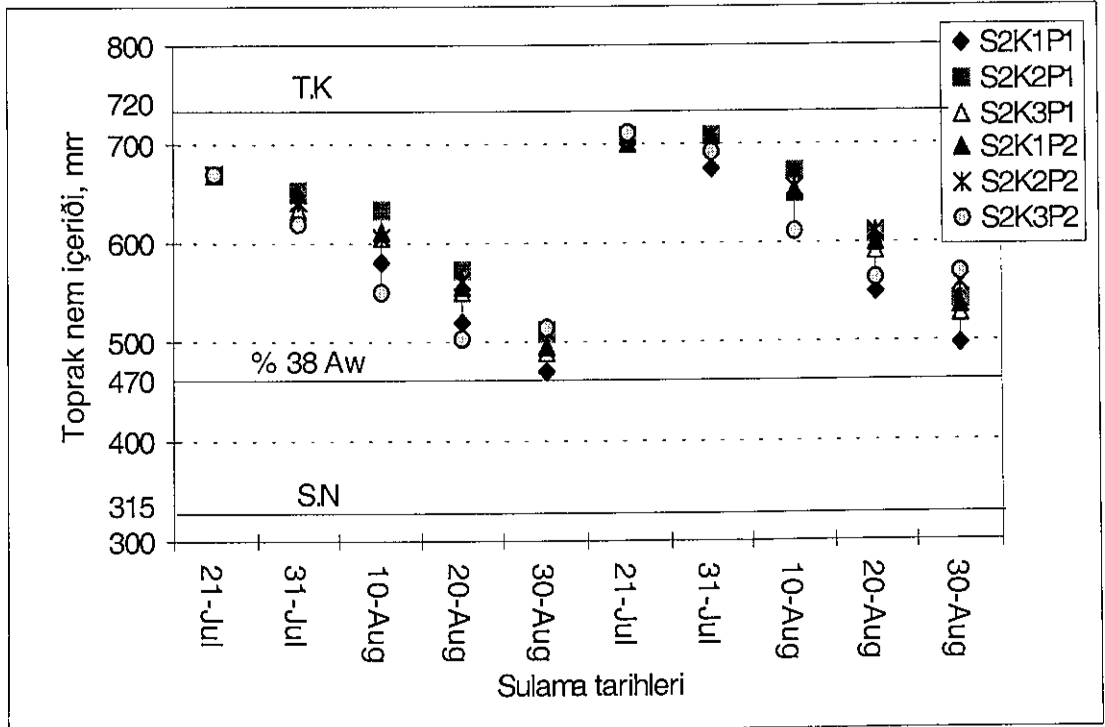
Kuru bölgede belirlenmiş olan nem miktarları ise, 8 - 11'de grafiksel olarak gösterilmiştir.

8 - 11'den de görüleceği gibi, sulama öncesi ve sonrası nem düzeyleri sulama sezonu sonuna doğru giderek azalma göstermiştir. Her iki yılda da nem düzeyleri S1 konularında S2'lerden; P2 konularında P1'lerden daha yüksek çıkmıştır.

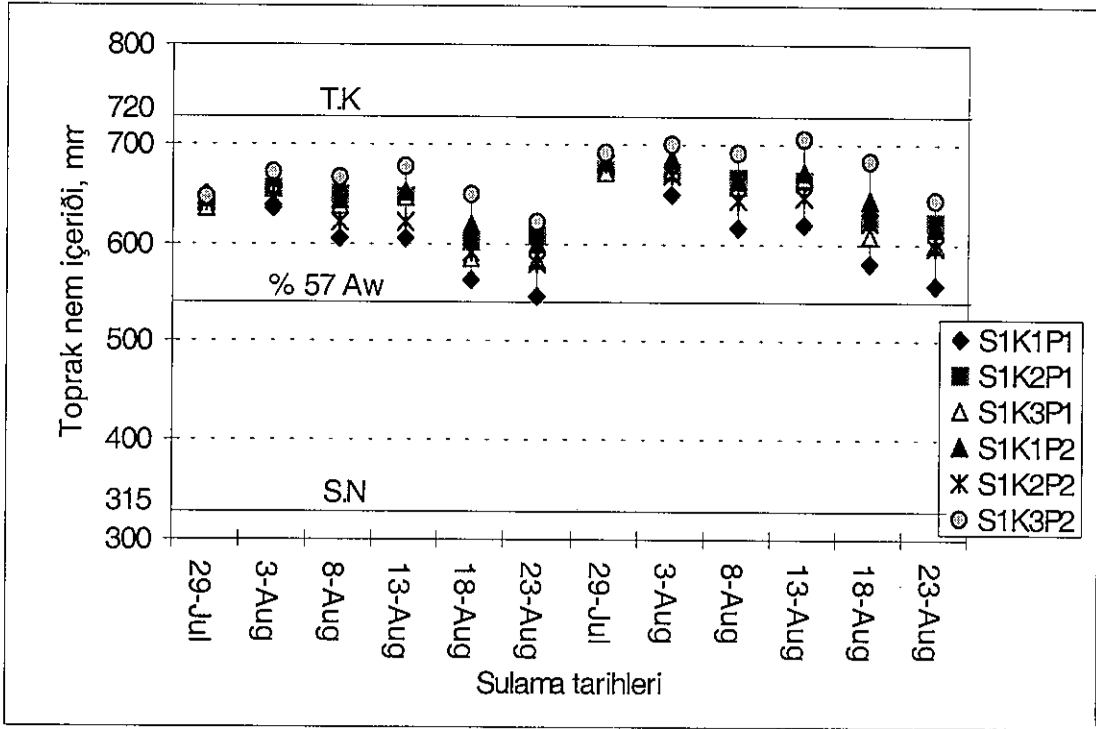
Ayrıca, kuru bölgede belirlenen nem düzeyleri biraz düşük olmakla birlikte, ıslak bölgedeki nem düzeyleri ile bir paralellik gösterdiği görülmektedir.



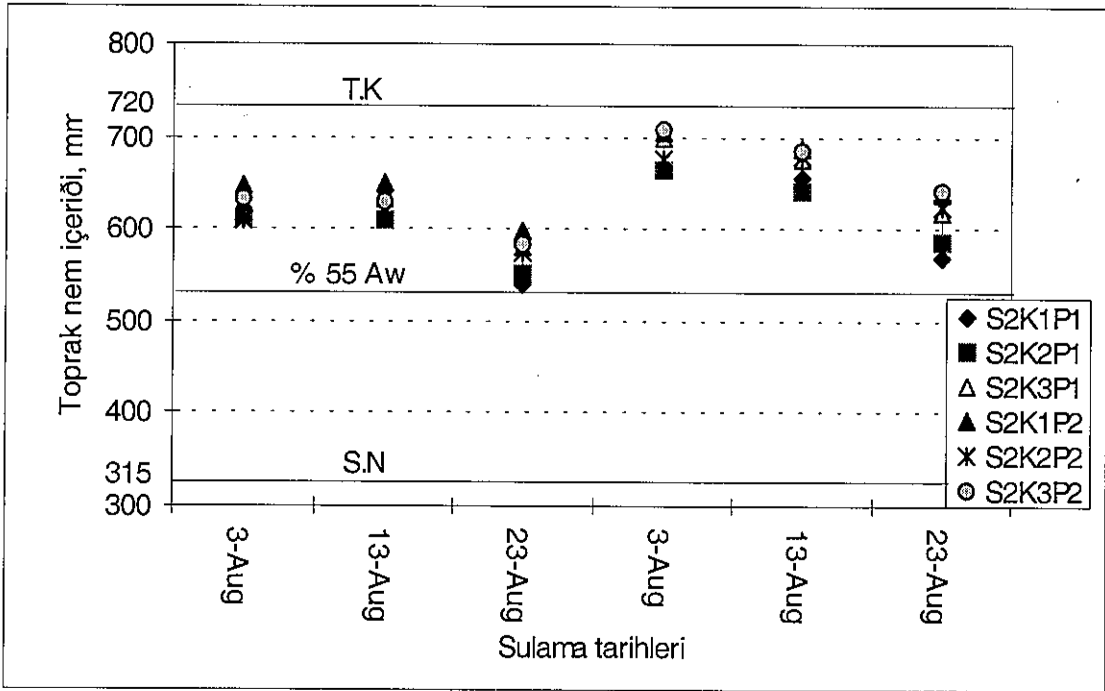
Şekil 4. S1 Konularında ıslak bölgede sulamalar öncesi ve sonrası toprak nem durumu (1994)



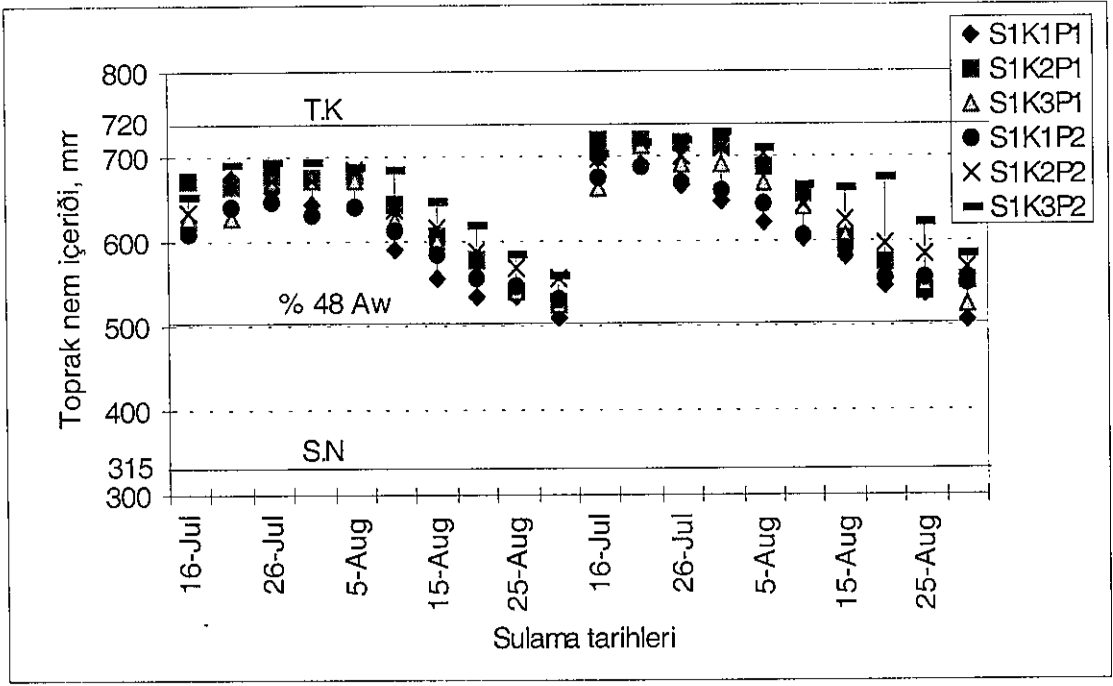
Şekil 5. S2 Konularında ıslak bölgede sulamalar öncesi ve sonrası toprak nem durumu (1994)



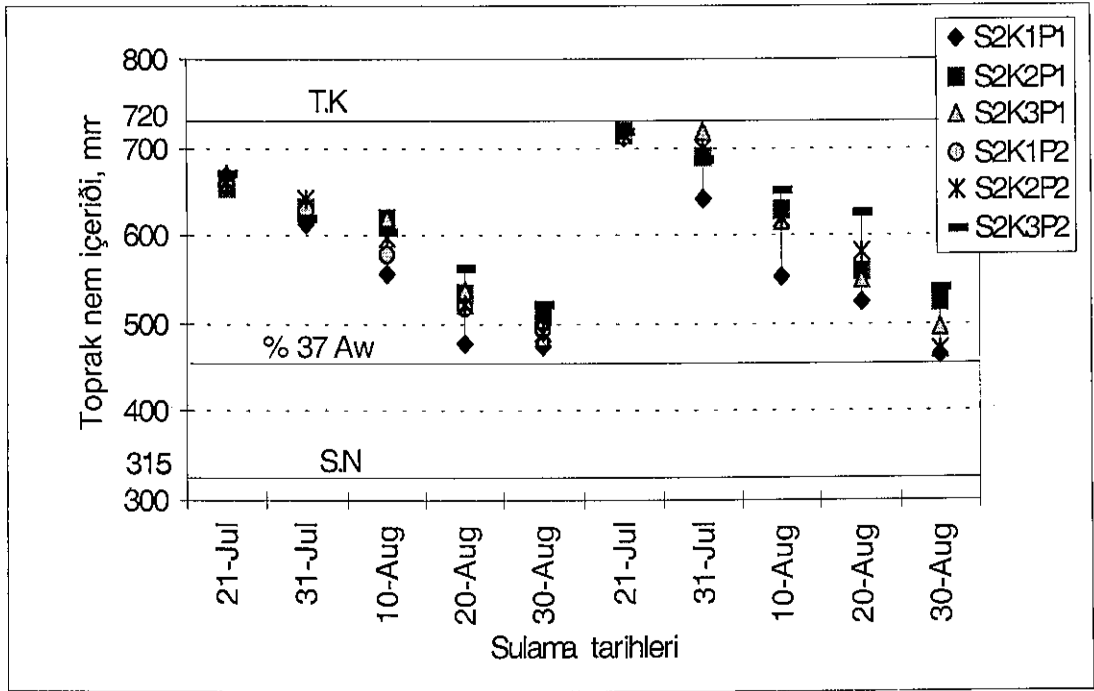
Şekil 6. S1 Konularında ıslak bölgede sulamalar öncesi ve sonrası toprak nem durumu (1995)



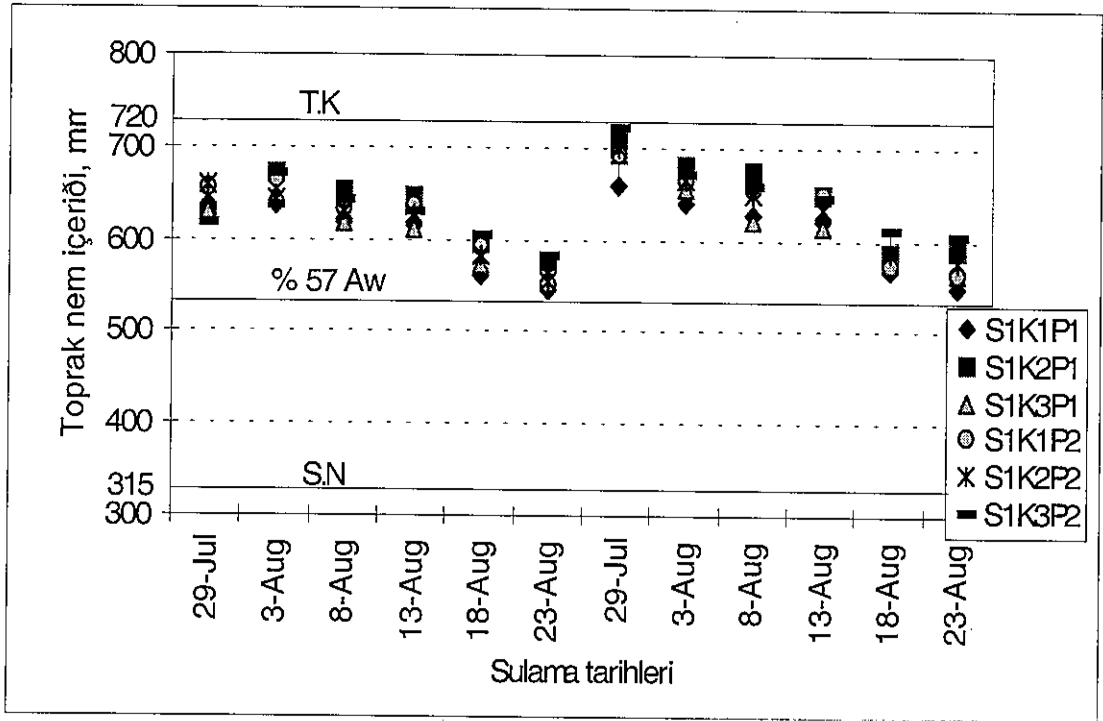
Şekil 7. S2 Konularında ıslak bölgede sulamalar öncesi ve sonrası toprak nem durumu (1995)



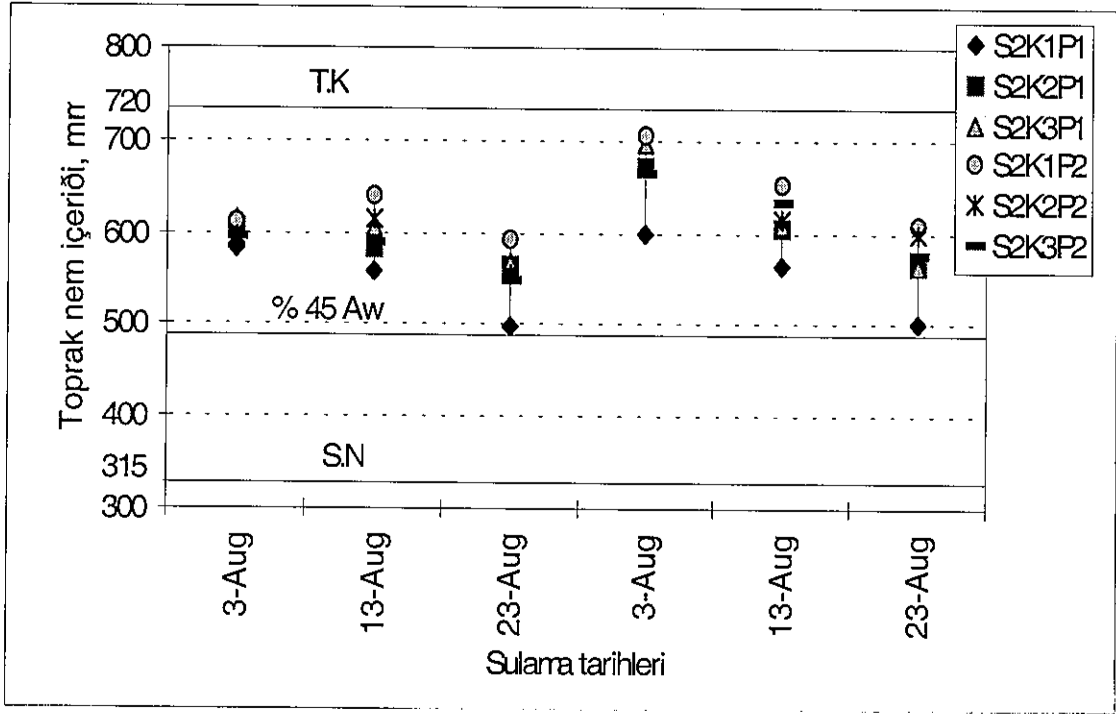
Şekil 8. S1 Konularında kuru bölgede sulamalar öncesi ve sonrası toprak nem durumu (1994)



Şekil 9. S2 Konularında kuru bölgede sulamalar öncesi ve sonrası toprak nem durumu (1994)



Şekil 10. S1 Konularında kuru bölgede sulamalar öncesi ve sonrası toprak nem durumu (1995)



Şekil 11. S2 Konularında kuru bölgede sulamalar öncesi ve sonrası toprak nem durumu (1995)

### Sonuçlar

Bu çalışmada, kuru bölgede (sıra arasında) belirlenmiş olan bitki su tüketimlerinin, ıslak

bölgedekinden (sıra üzerinde) verilen sulama suyuna bağlı olarak 14 - 48 mm daha az, fakat ıslak bölge su tüketimlerine yakın düzeyde seyrettiği anlaşılmıştır.

Bitki örtü yüzdesine bağlı olarak değişen ıslatma yüzdesi ile daha büyük bitki-pan katsayılarını içeren konularda her iki bölgede de daha yüksek bitki su tüketimi gerçekleşmiştir. Öte yandan, ıslak ve kuru bölge ET'leri arasında  $ET_{Kuru} = 0.9789 ET_{Islak} - 17.412$  denklemi ve

$R^2 = 0.97$  \*\* bağdaşım katsayısını içeren bağıntılar olduğu saptanmıştır. Ayrıca, sulamalar öncesi ve sonrası kuru bölgede belirlenmiş olan bitki su tüketimlerinin de, ıslak bölgede belirlenmiş olan değerlerin biraz gerisinde olmakla birlikte, benzer bir değişimde seyrettiği gözlenmiştir.

Ayrıca, her iki sulama aralığında da örtü gelişimine göre belirlenen ıslatma yüzdesinin oluşturduğu P2 konularında, sulamalar öncesi ve sonrası toprak profilinde belirlenen nem düzeylerinin tarla kapasitesine daha yakın olduğu gözlenmiştir.

### Kaynaklar

- Acatay, S. T., 1996.** Sulama Mühendisliği. İzmir Dokuz Eylül Üniv. Vakfı Basım ve Yayın Merkezi. İzmir, 1. Baskı, 475 s.
- Aran, A., Üstün, H., Yıldırım, 1997.** Damla Sulamada Farklı Toprak Özelliklerinin İslatma Desenleri Üzerine Etkisi. Köy Hiz. Ara. Enst. Müd. Araıt. Proje No: 98220 B01. Ankara.3-10 s.
- Başkan, M., 1993.** Bitki Su Tüketiminin Belirlenmesinde Yeni Yaklaşımlar. Köy Hiz. Gen. Müd. Sulama Teknolojisinde Yeni Gelişmeler Semineri Notları, 13-24 Eylül, Tarsus, 1 s.
- Baştuğ, R., 1987.** Çukurova Koşullarında Pamuk Bitkisinin Su - Üretim Fonksiyonunun Belirlenmesi Üzerinde Bir Çalışma (Doktora).Ç.Ü. Fen Bil. Enst. Kültürteknik Anabilim Dalı, Adana. 45-120 s.
- Çevik, B., Tekinel, O., Kanber, R., 1994.** Bahçe Bitkileri Sulama Tekniği. Ç. Ü. Ziraat Fak. Ders Kitabı No: 102, Adana, 77 s.
- Doorenbos, J., A. H. Kassam, 1986.** Yield Response to Water. Irrigation and Drainage Paper No: 33 FAO, Rome, 1-193 s.
- Ertek, A., 1998.** Damla Sistemleriyle Pamuk Bitkisinin Sulanma Olanakları. Ç.Ü. Fen Bil. Enst. Tar. Yap. ve Sulama Böl. Doktora Tezi, Adana, 2 s.
- Fereres, E. Cuevas, R., Orgaz, F., 1985** Drip Irrigation of Cotton in Southern Spain Proc. of the Third Int. Drip Irr Cong. Ed. By ASAE (1):371-374 s.
- Goldberg, D., Gornat, B., Rimon, D., 1976** Drip Irrigation. Drip Irr. Sci. Publ. Kfa Sharyahu - Israel, 15-101 s.
- Güleryüz, H., Özkan, B., 1993** Antalya Koşullarında Karık ve Damla Sulama Yöntemlerinin Pamul Verimine Etkilerinin Karşılaştırılması Akdeniz Tarımsal Araşt. Enst. Yay. No 13, Antalya.
- Güzel, N., Yeşilsoy, M.Ş., Kanber, R. Tunçgöğüs, B., 1983.** Çukurova Bölgesinde Pamukta Çeşitli Sulama Rejimlerinde En Uygun Azo Dozunun Saptanması. Doğa Bilim Dergisi.7(3) 185-191 s.
- Hill, R.W., Keller, J., 1980.** Irrigation Systems lection for Maximum Crop Profit Trans. Sm. Soc. Agric. Engr. 23, 366-373 s.
- Hoffman, G. J., Howell, T.A., Solomon K.H., 1990.** Management of Farm Irrigation Systems. The Amer. Soc. of Agric. Eng. 2950 Niles Road, St. Joseph, MI 49085-6959 USA. 104-683 s.
- James, L.G., 1988.** Principles of Farm Irrigation System Design. John Wiley and Sons. Inc, New York. 543 s.
- Kanber, R., 1984.** Çukurova Koşullarında Açık Su Yüzeyi Buharlaşmasından Yararlanarak Birinci ve İkinci Ürün Yarfistliğini Sulanması. Bölge Topraksu Arşt. Enst. Yay 114 (64), Tarsus.
- Kanber, R., Dervi°, Ö., 1978** Çukurova Koşullarında Pamuk Su Tüketimi Tarsus Bölge Topraksu Araşt. Enst Müd. Yayınları. Genel Yay. No:90, Rap Yay. No: 40, s. 1-122, Tarsus.
- Kanber, R., Tekinel, O., Baytorun, N., ve Ark., 1991.** Harran Ovası Koşullarında Pamuk Sulama Aralığı ve Su Tüketiminin Belirlenmesinde Açık Su Yüzeyi Buharlaşmasında Yararlanma

- Olanakları. T.C. Başbakanlık GAP Kalkınma İdaresi Başkanlığı GAP Yay. No: 44, Adana, 15-25 s.
- Kanber, R., 1992.** Damla Sulama Sistemlerinin Projelenmesi. Ders Notu (Basılmamış). Ç.Ü. Ziraat Fak. Tarımsal Yap. ve Sul. Böl. Adana.
- Kanber, R., Köksal, H., Güngör, H., Önder, S., Ünlü, M., Öğretir, K., 1993.** Su Tüketiminde Tasarruf Sağlayan Yöntem ve Teknikler. Köy Hizmetleri Gen. Müd. Sulama Teknolojisinde Yeni Gelişmeler Semineri Notları, 13-24 Eylül, Tarsus, 1-19 s.
- Keller, J., Bresler, E., 1973.** Trickle Irrigation. Arid Zone Irrigation (Edit by B. Yaron, E. Danfors and Y. Vaadia) Springer - Verlag Berlin - Heidelberg - New York. 339-351 s.
- Leliart, J., 1987.** Irrigation Systems. Post-Graduate Course in Eromology. Dep. of soil Physics, Fac. of Agric. Science, Gent-Belgium, 70 s.
- Meiri, A., Frenkel, H., Mantell, A., 1992.** Cotton Response to Water and Salinity Under Springler and Drip Irrigation. Agron- J. Madision, Wis.: American Society of Agronomy. Vol: 84 (1), 44-50 s.
- Özbek, H., Dinç, U., Kapur, S., 1974.** Çukurova Üniversitesi Yerleşim Sahası Topraklarının Detaylı Etüd ve Haritası. Ç.Ü. Zir Fak. Yay. No: 23, Bil. Araş. ve İncelemeler 8, Adana, 149 s.
- Özer, N. M., 1993.** Evapotranspirasyon. Köy Hiz. Gen. Müd. Sulama Teknolojisinde Yeni Gelişmeler Semineri Notları, 13-24 Eylül, Tarsus, 1 s.
- Shanmughan, K., Meenakshisundaram, D. C., Seshadri, V., 1977.** Drip Irrigation on Efficient Technique. Soils and Fertilizers June Vol: 40, No. 6.
- Tekinel, O., Kanber, R., 1979.** Çukurova Koşullarında Kısıntılı su kullanma Durumunda Pamuğun Su Tüketimi ve Verimi. TOPRAKSU Arşt. Enst. Yay No: 98, Rap. Yay. No:48, Tarsus.
- Tekinel, O., Çevik, B., 1990.** Turunçgillerin Sulanması. Ç.Ü. Ziraat Fak. Yardımcı Ders Kitabı. No: 19, Adana, 28 s.
- Tüzüner, A., 1981.** Alçı Blokları, Tansiyometre ve Nötronmetrelerin Sulama Zamanının Belirlenmesinde Kullanma Olanaklarının Araştırılması. Toprak ve Gübre Araşt. Enst. Md. Yay. No: 97, Tek. Yay. No: 52, Ankara, 44 s.
- USDA- SCS., 1967.** Irrigation Water Requirements. Technical Rel. No: 21, USA. 160 s.
- Yavuz, M. Y., 1993.** Farklı Sulama Yöntemlerinin Pamukta Verim ve Su Kullanımına Etkileri. Ç.Ü Fen Bilimleri Enst. Tar. Yapılar ve Sul. Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana.
- Yeşilsoy, M.ª., 1994.** Toprak Bitki Su İlişkileri. Ç.Ü. Ziraat Fak. Gen. Yay. No: 89, Ders Kitapları Yay. No: 21, Adana, 84 s.

# Kane Dispersiyon Kanunlu Yarı İletken İnce Katlarda Magnetik Ve Ölçü Kuantlanmasının Termogüce Etkisi

Ramazan Ferruhoğlu EMİNOV\*  
Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü 65800 Van-Turkey

**Özet:** Sunulan bu çalışmada magnetik ve ölçü kuantlanmasına uğramış Kane dispersiyon kanunlu yarıiletken ince katlarda termogüç araştırılmıştır. Termogüç için magnetik alan şiddetinin, ince katın kalınlığının keyfi değerlerinde ve elektron gazının keyfi dejenere derecesinde geçerli olan genel ifade bulunmuş ve bu ifade bir dizi özel hallere uygulanmıştır. Belli olmuştur ki, klasik yüksek magnetik alanda dejenere elektron gazlı ince katta termogüç ince katın kalınlığına göre periyodik kanunla değişir ve bu değişimin periyodu iletken elektronların konsantrasyonuna ve non-paraboliklik parametresine bağlı olur. Non-dejenere elektron gazlı ince katlarda ise termogücün mutlak değeri aynı tür hacmi kristallerdeki değerinden daha büyük olabilir.

**Anahtar sözcükler:** Yarıiletken, termogüç, qsc, Kane dispersiyon kanunu

## The Effect Of magnetic Aand Size Quantization In Semiconductor Thin Layers With Kane's Dispersion Law To The Thermo-Emf

**Abstract:** A theoretical study is made of the transverse thermo - emf  $\alpha$  in dimensionally quantized films in a strong magnetic field perpendicular to the plane of the film in semiconductors with Kane's dispersion law. It is shown that for superthin films with a non-degenerate electron gas (weak and strong non-parabolicity case),  $\alpha$  may be considerably larger than that in bulk specimens. In the case of films with a degenerate electron gas, a concrete expression is obtained for  $\alpha$  and it is shown that the transverse emf oscillates with variation of the thickness of the film. The positions of maxima and period of oscillation are determined as functions of the concentration of the conduction electrons and the non-parabolicity parameters of the energy spectrum.

**Keywords:** semiconductor, thermo-emf, qsc, Kane's dispersion law

### Giriş:

1. Günümüzde ölçüye göre kuant olaylarının oluşabildiği yarıiletken ve yarımetal ince katlar hem teorik hem de pratik olarak yoğun bir şekilde araştırılır. İnce katlara böyle bir ilgi mikro ve optoelektronüğün hızlı gelişmesi ve bu nesnelere, hacmi numunelerden kesin şekilde farklı, yeni ilginç fiziksel olayların oluşmasına bağlanır. Bu olayların incelenmesi maddenin esas özelliklerinin araştırılması için ek bilgi kaynağı olabilir.

Ölçüye göre kuant olayları, belli bir doğrultuda ince katın çizgisel boyutlarından biri, yük taşıyıcılarının De Broglie dalgasının

$\lambda_D$  büyüklüğü mertebesinde olduğunda meydana gelir. Bu halde yük taşıyıcılarının hareketi iki uzay doğrultusunda hacmi numunelerde olduğu gibi serbest, ince katın kalınlığının sınırlı olduğu üçüncü boyutta ise ya yasak (iki boyutlu elektron sistemi) veya sınırlı olur. Herhangi bir doğrultuda elektronların hareketinin sınırlı olması ise, onların enerji spektrumunun kuazidiskret (kısmen kesikli) şekil almasına, dalga fonksiyonunun ve hal yoğunluğunun kesin değişmesine, dolayısıyla, elektron sistemlerinin temel fiziksel özelliklerinin esashi değişikliklere uğramasına neden olur.

\* Bakü Devlet Üniversitesi Fizik Fakültesi Katı Hal Fizigi Bölümü 370073 Bakü-AZERBAYCAN



Eğer elektronların ince katın düzlemin-deki serbest hareketini kuantlayan sabit dış magnetik alan varsa, onların enerji spektrumu tam diskret(kesikli) şekil alır. İnce katın düzlemindeki hareket magnetik alan ile (Landau kuantlanması), magnetik alan yönünde ise numunenin boyutunun sınırlı olması nedeni ile, kuantlanır. Tam diskret spektrumun varlığı ise katı cisimlerde nitelikçe yeni olayların oluşmasına neden olur ki bu olaylar da bilimsel ve uygulamalı araştırmalar açısından büyük önem taşır. İnce katlarda bu tür araştırmalar sırasında elektron taşınma olayları daha büyük ilgi çeker.

Teorik olarak ince katlarda taşınma olayları (klasik ve kuant magnetik alanlarda) çok sayıda çalışmalarda incelenmiştir(Romanov, 1969,1970; Korneyev, 1978; Askerov, Kuliyeu, Eminov, 1977; Askerov, Kuliyeu, Figarova, Eminov, 1986; Tavger ve Demixovskiy, 1967, 1968; Kubakaddı, Mulımanı, Sankeshwar, 1987; Oji, 1984). Bu çalışmaların büyük çoğunlu- çoğunluğunda parabolik enerji spektrumlu kuantlanmış ince katların çeşitli termodinamik, galvanomagnetik ve termomagnetik özellikleri araştırılmıştır. Ancak belirtmek gerekir ki gerçek yarıiletkenler parabolik değil, son derece karmaşık, çoğunlukla non-parabolik (Kane spektrumlu) dispersiyon kanununa sahiptir. Yarıiletken ince katlarda enerji bandının non-parabolikliğinin hesaba katılması hacmi numunelerde bulunmayan yeni fiziksel olayların oluşmasına neden olabilir. Öte yandan bu tür yarıiletkenlerde, yüktaşıyıcılarının etkin kütlesi, karakteristik enerjisi ve yasak enerji aralığı küçük olduğundan onlarda elektron dalgasının dalgaboyu yeterince büyük olur ki bu da kuant ölçü olaylarının gözlenmesi için son derece önemlidir.

$$\varepsilon \equiv \varepsilon(N, n, \sigma) = \frac{k_o T}{2\beta} \left\{ \sqrt{1 + 4\beta \left[ \left( 1 + 2N + \sigma g^* (m/m_o) \right) \nu + \varepsilon_o^* n^2 \right]} - 1 \right\} \quad (1)$$

Burada  $\nu = \hbar\omega/2k_o T$ ,  $\omega = eH/mc$  siklotron frekansı,  $\beta = k_o T/\varepsilon_g$  non-paraboliklik parametresi,  $\varepsilon_g$  yasak enerji aralığı,  $g^*$  spin-yarılma faktörü,  $\varepsilon_o^* = \varepsilon_o/k_o T$ ,  $\varepsilon_o = \pi^2 \hbar^2 / 2md^2$  ince katın

Yarıiletken ince katlarda ölçüce kuantlanma olayları pratik olarak ilk kez Kane spektrumlu InSb kristalinde görülmüştür (Filatov ve Karpoviç, 1968,1969).

Sunulan bu çalışmada magnetik ve ölçü kuantlanmasına uğramış Kane dispersiyon kanunlu yarıiletken ince katlarda termogüç araştırılmıştır. Termogüç için magnetik alan şiddetinin, ince katın kalınlığının keyfi değerlerinde ve elektron gazının keyfi dejenere derecesinde geçerli olan genel ifade bulunmuş ve bu ifade bir dizi özel hollere uygulanmıştır. Belli olmuştur ki klasik yüksek magnetik alanda dejenere elektron gazlı ince katta termogüç ince katın kalınlığına göre periyodik kanunla değişir ve bu değişimin periyodu iletken elektronların konsantrasyonuna ve non-paraboliklik parametresine bağlı olur. Non-dejenere elektron gazlı ince katlarda ise termogücün mutlak değeri aynı tür hacmi kristallerdeki değerinden daha büyük olabilir.

2. Boyutları z eksenı doğrultusunda  $L_z = d \leq \lambda_D$ , x,y eksenleri doğrultusunda ise  $L_x, L_y$  gibi keyfi olan bir tip yük taşıyıcı (iletken elektronlar) ve izotrop dispersiyon kanunlu yarıiletken ince katını göz önüne alalım. Farz edelim ki bu ince kat,  $H$  şiddet vektörünün doğrultusu ince katın düzlemindeki sıcaklık gradyentine dik yönde ( $z/H \perp \nabla T$ ) kuantlayıcı magnetik alanda ( $\lambda_D \geq R, R = \sqrt{ch/eH}$  magnetik uzunluktur) yerleştirilmiş olsun. Bu halde magnetik ve ölçü kuantlanmasının birleştirilmesi nedeniyle katı cisimde tam diskret enerji spektrumlu elektron sistemi oluşur. Eğer ince katın  $U(z)$  potansiyeli olarak düzgün tabanlı ve sonsuz yüksek duvarlı modeli kullanırsak (ince katın (x,y) düzleminde  $U(x,y)=\text{sabit}$ . kabul edilir), iki bantlı Kane modeli yaklaşımında, iletken elektronların enerji spektrumu için aşağıdaki ifadeyi buluruz

1. enerji seviyesi,  $N=0,1,2,\dots$ , Landau kuant sayısı,  $n=1,2,3,\dots$ , ölçü kuant sayısı,  $\sigma=\pm 1/2$  spin kuant sayısıdır.

Kuantlayıcı magnetik alanda enine ( $H$  magnetik alanına göre) termogüç elektronların relaksasyon mekanizmasından bağımsız olup ve yalnız dispersiyon kanunu ile belirlenir.

Disipatif (azalımlı) olmayan elektron akışında enine termogüç elektron gazının entropisi (S)

$$\alpha(T, V, H, \mu) = -\frac{S}{en_{el}V} = \frac{1}{en_{el}V} \left( \frac{\partial \Omega}{\partial T} \right)_{\mu, V, H} \quad (2)$$

Burada  $V=L_x L_y d$  ince katın temel bölgesinin hacmi,  $n_{el}$  elektron gazının konsantrasyonu,

$$\Omega(T, V, H, \mu) = -k_o T \sum_k \ln(1 + e^{(\mu - \varepsilon_k)/k_o T}) \quad (3)$$

büyük termodinamik Gibbs potansiyeli,  $k \equiv \{N, n, \sigma, k_y\}$  elektronun ince kattaki halini belirleyen kuant sayısının toplamı,  $k_y$  elektron dalga vektörünün y-ekseni üzerindeki bileşeni,  $\mu$  kimyasal potansiyeldir.

Görülür ki enine termogücün araştırılması sistemin halinin belirlenmesinde esas fiziki

$$\Omega(\mu, H, T, d) = \frac{k_o T e H V}{2\pi \hbar c d} \sum_{N, n, \sigma} \ln[1 - f(\varepsilon, \mu, T)] \quad (4)$$

termodinamik potansiyelini buluruz. Burada  $f(\varepsilon, \mu, T)$  ince kattaki elektron gazının Fermi dağılım fonksiyonudur. Termodinamik

ile hesaplanır (Askerov, 1994).

büyükliklerden biri sayılan termodinamik potansiyelin hesaplanmasına bağlı olur. Farklı hallerin istatistik ağırlığını hesaba katarsak, (3) den magnetik ve ölçü kuantlanması halinde ince kattaki elektron gazının

potansiyelin (4) ifadesini (2) de yerine koyarsak, termogüç için aşağıdaki ifadeyi buluruz.

$$\alpha(\mu, H, T, d) = \frac{k_o H}{2\pi \hbar c n_{el} d} \sum_{N, n, \sigma} \left\{ \ln[1 - f(\varepsilon)] - \left( \frac{\varepsilon - \mu}{k_o T} \right) f(\varepsilon) \right\} \quad (5)$$

Bu formülde, enerji spektrumu için (1) ifadesini yerine yazıp, N ve n kuant sayıları üzerinden toplama işlemlerini sonuçlandırdığımızda termogüç için magnetik alan şiddetinin (H), ince katın kalınlığının (d), non-paraboliklik parametresinin ( $\beta$ ) keyfi değerlerinde ve elektron gazının keyfi dejenerelik mertebesinde  $\mu/k_o T$  geçerli olan genel bir ifade buluruz. Bu işlemlerin tümüyle sona erdirilmesi nispeten karmaşık

olduğundan (5) ifadesinde, önce Landau kuant sayısı (N) ye göre toplamı enerjiye göre integrale dönüştürüp, bulunan sonuçtan ölçü kuant sayısı (n) ye göre toplama işlemi sona erdirmek daha uygundur. Bu tür yaklaşım,  $\alpha$  için klasik yüksek magnetik alanda ( $v \ll 1$ ), ince katın kalınlığının, elektron gazının dejenerelik mertebesinde ve spektrumun nonparaboliklik derecesinin keyfi değerlerinde geçerli olan aşağıdaki ifadeye ulaştırır

$$\alpha(\beta, d) = -\frac{k_o}{e} \frac{m k_o T}{\pi \hbar^2 n_{el} d} \sum_n \left\{ (1 + 2\beta \varepsilon_1^*) [F_2(\eta) - \eta F_1(\eta)] + \beta [F_3(\eta) - \eta F_2(\eta)] \right\} \quad (6)$$

Burada S bir parametrelili Fermi integrali,

$$x = \frac{\varepsilon - \varepsilon_1(n)}{k_o T}, \quad \eta(n) = \frac{\mu - \varepsilon_1(n)}{k_o T} \quad \text{ince}$$

kattaki elektron gazının dejenerelik

$$\varepsilon_1(n) = \frac{k_o T}{2\beta} \left[ \sqrt{1 + 4\beta \varepsilon_o^* n^2} - 1 \right] \quad (7)$$

mertebesini karakterize eden indirgenmiş

$$\text{kimyasal potansiyel, } \varepsilon_1^* = \frac{\varepsilon_1(n)}{k_o T},$$

enerji spektrumunun (1) ifadesinden kuaziklasik yaklaşımda ( $v \ll 1$ ) bulunan değeridir.

Görüldüğü gibi,  $\alpha$  yı belirlemek için  $\eta$  yı bilmek gerekir. (6) ifadesinde ise  $\eta$  henüz belli değil ve bunun için bir denkleme daha ihtiyacı vardır. Eğer ince kattaki elektronların

$$n_{el} = \frac{N_t}{V} = -\frac{\partial}{\partial \mu} \left( \frac{\Omega}{V} \right)_{V,T,H} = \frac{mk_0 T}{\pi \hbar^2 d} \sum_n [(1 + 2\beta \epsilon_1^*) F_1(\eta) + \beta F_2(\eta)] \quad (8)$$

Şimdi (6) ve (8) denklem sisteminden  $\eta$  yı ortadan kaldırmakla, ilke olarak,  $\alpha$  için açık bir ifade bulmak mümkün olur. Ancak gerçekte, genel olarak böyle bir işlemin yapılması pratik açıdan çok imkansızdır. O nedenledir ki termogücün ince katın kalınlığına ve diğer fiziksel büyüklüklere analitik bağlılığını

### Dejenere Elektron Gazlı Yarıiletken İnce Kat ( $\eta \gg 1$ ).

Bu durumda Fermi integrallerinin  $F_r(\eta) \approx \eta^r [1 + r(r-1)(\pi^2/6)\eta^{-2} + \dots]$

$$\alpha(\beta, d) = -\frac{k_0}{e} \frac{\pi m k_0 T}{3 \hbar^2 n_{el} d} (1 + 2\beta \frac{\mu_F}{k_0 T}) \bar{n} \quad (9)$$

Sonuncu ifadede  $\beta$  ya orantılı terim enerji spektrumunun non parabolikliğine bağlıdır. Buradan  $\alpha$  için  $\beta \rightarrow 0$  ( $\epsilon_g \rightarrow \infty$ ) yaklaşımında parabolik (Askerov ve ark., 1977),  $\beta \gg 1$  ( $\epsilon_g \rightarrow 0$ ) yaklaşımında ise güçlü non-parabolik durumlarda geçerli olan ifadeler bulunur. Öte yandan, (9) formülünde  $d$  keyfi olduğundan

$$\mu_F = \frac{k_0 T}{2\beta} \left\{ \sqrt{1 + 4\beta \epsilon_0^* \left[ \frac{1}{6} (\bar{n} + 1)(2\bar{n} + 1) + \frac{2n_{el} d^3}{\pi \bar{n}} \right]} - 1 \right\} \quad (10)$$

(9) ve (10) formüllerinde  $\bar{n}$  Fermi enerjisi seviyesinden aşağıda elektronlarla tam dolmuş alt seviyelerin sayısıdır. Dejenere olmuş elektron gazı halinde onun değeri

$\mu_F = \epsilon_1(\bar{n})$  şartından bulunur ve iki bantlı Kane modeli yaklaşımında  $\bar{n}$  için bu değer  $\bar{n} = \left\lfloor \sqrt{(\mu_F/\epsilon_0)(1 + \mu_F/\epsilon_g)} \right\rfloor$  şeklindedir.

Burada [A] işareti A kare kökünün tamsayı değerlerini gösterir.

$n_{el}$  konsantrasyonu belli bir değerde ise,  $\eta$  nin büyüklüğü taneciklerin toplam sayısının ( $N_t$ ) korunumu şartını sağlayan aşağıdaki denklemin çözümünden bulunur

bulmak için (6) ve (8) formüllerini güçlü dejenere olan ( $\eta \gg 1$ ) ve dejenere olmayan ( $\eta \ll 1$ ) elektron sistemleri halinde keyfi ( $\beta$ ), zayıf ( $\beta \ll 1$ ) ve güçlü ( $\beta \gg 1$ ) non-parabolik durumlara ayrıca uygulamak gerekir.

şekilli asimtotik ifadesinden yararlanarak dejenere mertebesine göre 1. yaklaşımda (6) dan termogüç için şu ifadeyi buluruz

onu kalın ( $\bar{n} \gg 1$ ) ve aşırı ince ( $\bar{n} = 1$ ) levha hallerine de uygulamak mümkündür.

Bu ifadede yer alan elektron gazının  $\mu_F$  Fermi enerjisi (8) denkleminin çözümünden bulunur ve göz önüne alınan yaklaşımda onun şekli şöyledir

(9) formülü termogücün ince katın kalınlığının non-monoton fonksiyonu olduğunu açıkça gösteriyor. Gerçekten  $\bar{n}$  nin verilen değerinde (Fermi seviyesi her hangi bir levha seviyesi ile çakıştıgında) kalınlık azaldıkça  $\alpha$  artar. Fakat  $d$  azaldıkça komşu alt enerji seviyeleri arasındaki enerji mesafesi de artar ve ne zaman ki bir sonraki alt enerji seviyesi Fermi seviyesini geçer, bu halde,  $\bar{n}$  bir sayı azalır,  $\alpha$  ise aniden düşer. Kalınlığın sonraki azalması yeniden komşu alt

seviyelerden birinin Fermi seviyesi ile çakışmasına ve  $\bar{n}$  nin tekrar bir sayı azalmasına kadar  $\alpha$  nın artmasına neden olur. Şu halde  $d$  nin azalması ile tekrarlanan bu süreç  $\mu_F$  den aşağıda bir alt enerji seviyesi kalana kadar sürecektir. Böylece  $d$  nin azalması ile dejenere elektron gazlı ince katın termogücü non-monoton değişir. Termogücü

$$d_{\max} = \frac{\pi\hbar}{\sqrt{2m\mu_F(1+\mu_F/\varepsilon_g)}} \bar{n} \quad (11)$$

Görüldüğü gibi bu durumda termogücün ince katın kalınlığına göre  $\Delta d$  "osilasyon periyodu" elektron gazının konsantrasyonu ( $\mu_F(n_{el})$ ) birlikte aynı zamanda spektrumun non-paraboliklik parametresine ( $\beta$ ) de bağlıdır.

Söylemek gerekir ki (9) formülü elektron gazının aynı anda ölçüce kuantlanma

$$(2k_0T \leq \frac{\pi\hbar s}{d}), \quad (d^2 \hbar s n_{el} \gg 2k_0T) \quad (12)$$

Burada  $s = \sqrt{2\varepsilon_g/m}$  sayısal değeri Kane dispersiyon kanunlu tüm yarıiletkenler için yaklaşık aynı olan hız birimindeki bir sabittir,  $s = 10^8$  cm/sn. Konsantrasyonun ve

$$\sqrt{\frac{2k_0T}{\hbar s n_{el}}} \ll d \leq \frac{\pi\hbar s}{2k_0T} \quad (13)$$

Kolayca ispatlanabilir ki konsantrasyonun ( $n_{el}$ ) verilen değerinde dejenere elektron gazlı ince katlarda termogücü kalınlığın değişmesine bağlı hal yoğunluğunun Fermi düzlemindeki durumunu tekrarlar.

### Non-dejenere elektron gazlı yarıiletken ince kat ( $-\eta \gg 1$ ).

Bu yaklaşımda ilk olarak enerji spektrumunun zayıf non-parabolik olduğu dejenere olmayan yarıiletken ince katı ele alalım. Şu halde  $\alpha$  yı açıkça belirlemek için önce göz önüne alınan yaklaşımın sağladığı koşulları ( $\beta \ll 1$  ve  $e^\eta \ll 1$ ) ve Fermi integrallarının

maksimum değerini alt enerji seviyelerinden biri Fermi sınır enerjisi ile kesiştiğinde, yani  $\mu_F(d_n) = \varepsilon_1(\bar{n})$  şartı sağlandığında, alır. Bu şarttan ve (7) den yararlanırsak Fermi enerjisinin (veya konsantrasyonun) verilen değerinde kalınlığın  $\alpha$  yı maksimum yapan değerini buluruz

$k_0T \leq \varepsilon_1$  ve dejenere ( $\mu_F - \varepsilon_1$ )  $\gg k_0T$  koşullarını sağladığı durumlar için geçerlidir. Güçlü non-paraboliklik halinde ( $\beta \gg 1$  veya  $\varepsilon_g \rightarrow 0$ ) bu şartlar sırasıyla aşağıdaki gibidir

sıcaklığın verilen değerlerinde bu ölçütler ince katın  $d$  kalınlığının değişme aralığını aşağıdaki gibi belirler

$$F_r(\eta) = e^\eta \Gamma(r+1) \text{ şekilli} \quad [\Gamma(n) = \int_0^\infty x^{n-1} e^{-x} dx$$

Euler integralıdır], asimtotik değerlerini, (6) genel formülünde uygulamak gerekir. Daha sonra burada toplama işlemi altında bulunacak  $\varepsilon_1(n)$ 'e bağlı fonksiyonları, küçük olan  $\beta$  parametresinin dereceleri üzerinden seriye açıp, bu seride non-parabolikliğe göre kayıp olmayan birinci dereceli terimleri kullanırsak, termogücü için kalınlığın keyfi değerlerinde geçerli olan şu ifadeyi buluruz

$$\alpha(\beta, d) = -\frac{k_0}{e} \frac{mk_0T(\theta-1)}{2\pi\hbar^2 n_{el} d} e^{\mu^*} \left\{ 2 - \frac{v_1\theta'}{\theta-1} + 3\beta \left[ 2 - \frac{2v_1\theta'}{\theta-1} + \frac{v_1^2\theta''}{\theta-1} - \frac{v_1^3\theta'''}{3(\theta-1)} \right] \right\} + \frac{k_0}{e} \mu^* \quad (14)$$

Burada  $\mu^*(\beta, d) = \frac{\mu(\beta, d)}{k_0 T}$ ,  $v_1 = \frac{\varepsilon_0}{\pi k_0 T}$  ve  $\theta(v_1)$  aşağıdaki gibi bir fonksiyondur

$$\theta(v_1) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \exp(-\pi v_1 n^2) \quad (15)$$

$\theta'$ ,  $\theta''$  ve  $\theta'''$  ise bu fonksiyonun bağlı olduğu  $v_1$  parametresine göre sırasıyla uygun mertebelerden türevleridir.

Gereken işlemleri yaparsak, (8) den faydalanarak, (14) formülünde yer alan

$$\mu(\beta, d) = \mu(d) - 2k_0 T \beta \left[ 1 - \frac{v_1 \theta'}{\theta - 1} + \frac{v_1^2 \theta''}{2(\theta - 1)} \right] \quad (16)$$

kimyasal potansiyelini buluruz. Burada

$$\mu(d) = k_0 T \ln \left[ \frac{2\pi \hbar^2 dn_{el}}{mk_0 T(\theta - 1)} \right] \quad \text{parabolik}$$

spektrumlu yarıiletken ince katta kimyasal potansiyeldir (Askerov ve ark., 1977).

Şimdi  $\mu$  nün (16) değerini (14) de yerine yazarsak, termogüç için iki bandlı Kane modeli yaklaşımında şu son ifadeyi buluruz

$$\alpha(\beta, d) = \alpha(d) - \frac{k_0}{e} \beta \left[ 4 - \frac{2v_1 \theta'}{\theta - 1} - 2 \left( \frac{v_1 \theta'}{\theta - 1} \right)^2 + \frac{2v_1^2 \theta''}{\theta - 1} + \frac{v_1^3 \theta' \theta''}{(\theta - 1)^2} - \frac{v_1^3 \theta'''}{\theta - 1} \right] \quad (17)$$

Burada 
$$\alpha(d) = -\frac{k_0}{e} \left[ 2 - \frac{\mu(d)}{k_0 T} - \frac{v_1 \theta'}{\theta - 1} \right]$$

klasik yüksek magnetik alanda parabolik spektrumlu yarıiletken ince katta termogüçtür (Askerov ve ark., 1977).

Sözü edilen durumda ölçü kuantlanmasının termogüce ve kimyasal potansiyele etkisini nitelikçe açıklamak için  $\theta(v_1)$  fonksiyonu argümanının büyük ( $v_1 \gg 1$  veya  $d \rightarrow 0$ ) ve

küçük ( $v_1 \ll 1$  veya  $d \rightarrow \infty$ ) değerlerindeki asimtotik ifadelerini kullanalım.

$v_1$  parametresinin  $v_1 \gg 1$  (aşırı ince kat) değerlerinde (15) de ilk iki terimini hesaba katarsak,  $\theta(v_1)$  için şu ifadeyi buluruz

$$\theta(v_1) \Big|_{v_1 \gg 1} \approx 1 + 2e^{-\pi v_1} \quad (18)$$

$\theta(v_1)$  fonksiyonu argümanının  $v_1 \ll 1$  (kalın ince kat, kuaziklasik hal) değerlerindeki asimtotikliğini bulmak için

$$\theta(v_1) = \frac{1}{\sqrt{v_1}} \theta\left(\frac{1}{v_1}\right) \quad (19)$$

şekilli fonksiyonal ifadeden (Rumer ve Rıvkin, 1972) yararlanmak,  $(1/v_1) \gg 1$  olduğunu hesaba katmak ve (18)

asimtotikliğini uygulamak gerekir. Sonuçta şu ifadeyi buluruz

$$\theta(v_1)|_{v_1 \ll 1} \approx \frac{1}{\sqrt{v_1}} (1 + 2e^{-\pi/v_1}) \quad (20)$$

Şimdi (20) nin yardımı ile (17) den  $\alpha(\beta, d)$  için hacmi numunelerdeki ifadeyi bulmak ve  $k_0 T$  enerji aralığında çok sayıda alt enerji seviyeleri olduğu durumda ölçü

kuantlanmasının termogüce verdiği ek payı belirlemek mümkün olur. Bu halde  $\alpha$  nın  $\delta\alpha$  değişmesini buluruz

$$\delta\alpha(\beta, d)|_{v_1 \ll 1} = \alpha(\beta, d)|_{v_1 \ll 1} - \alpha(\infty) = \frac{k_0}{2e} \left[ \sqrt{v_1} - \beta \left( 15 + \frac{21}{4} \sqrt{v_1} \right) \right] \quad (21)$$

Burada  $\alpha(\infty) = -(k_0/e)(5/2 - \mu/k_0 T)$  yüksek magnetik alanda dejenere olmayan elektron gazlı hacmi yarıiletkenlerde termogüçtür (Askerov, 1994).

Aşırı ince kat halinde ise ( $v_1 \gg 1$ ), yani yalnız bir alt enerji seviyesi elektronlarla işgal edildiğinde, (17) ve (18) den

(21) den görülür ki hacmi numunelere kesin dönüşümde ( $v_1 \rightarrow 0$ )  $\alpha$  da ölçü kuantlanmasına bağlı terimler tamamen ortadan kalkar ve termogüç beklendiği gibi, hacmi numuneler için  $\beta \ll 1$  yaklaşımında, kinetik denklemin çözümünden bulunan bilinen ifadeye dönüşür.

$$\delta\alpha(\beta, d)|_{v_1 \gg 1} = \alpha(\beta, d)|_{v_1 \gg 1} - \alpha(\infty) = \frac{k_0}{2e} [1 - \ln(4v_1) - 4\beta(2 + \pi v_1)] \quad (22)$$

değişmesini buluruz. Yukarıda bulunan iki limit hallerine uygun olan (21) ve (22) formüllerine göre kalın ince kat durumundan ( $v_1 \ll 1$ ) aşırı ince kat haline ( $v_1 \gg 1$ ) dönüşümde termogüç esaslı değişikliklere uğrayabilir. Gerçekten ince katın kalınlığının azalması ile ( $\sqrt{v_1} > 15\beta/(1 - 21\beta/4)$  değerlerinde) termogüç önce kısmen azalır (şöyleki (21) de  $\alpha(\infty) < 0$  ve  $\beta \ll 1$  gibidir), daha sonra kalınlığın  $v_1 \gg 1$  şartını sağlayan değerlerinde artar ve  $[\ln(4v_1) + 4\pi\beta v_1] > (1 - 8\beta)$  hali için hacmi

numunelerdekinden daha büyük değer alır. Böylece ölçüce kuantlanma bölgesinde termogüç, ince katın kalınlığının azalması ile non-monoton değişir. Enerji spektrumunun non-parabolikliğinin hesaba katılması bu değişime pozitif katkı yapar.

Şimdi enerji spektrumunun güçlü non-parabolik ( $\beta \gg 1$ ) olduğu hali göz önüne alalım. Bu yaklaşımın sağladığı koşulları ( $\beta \gg 1$  ve  $e^n \ll 1$ ) ve Fermi integrallerinin asimtotik değerlerini (6) da kullanırsak  $\alpha$  için şu formülü buluruz

$$\alpha(\beta, d) = -\frac{k_0}{e} \left\{ 3 - \frac{\mu(d)}{k_0 T} + \frac{k^2 \sum_{n=1}^{\infty} n^2 e^{-kn}}{\sum_{n=1}^{\infty} (1+kn) e^{-kn}} \right\} \quad (23)$$

Burada  $k = \sqrt{\epsilon_0^* / \beta}$  bir parametredir. Şimdi burada ölçü kuant sayısı  $n$  üzerinden toplama

işlemini  $\sum_{n=1}^{\infty} n^t e^{-kn} = (-1)^t \frac{\partial^t}{\partial k^t} \left( \sum_{n=1}^{\infty} e^{-kn} \right)$  formülünün yardımı ile sona erdirirsek  $\alpha$  için

d nin tüm değerlerinde geçerli olan aşağıdaki

ifadeyi elde ederiz.

$$\alpha(\beta, d) = -\frac{k_o}{e} \left\{ 3 - \frac{\mu}{k_o T} + \frac{k^2 e^k (e^k + 1)}{(e^k - 1)(k e^k + e^k - 1)} \right\} \quad (24)$$

(24) formülüne dahil olan k parametresi klasik yaklaşımda ( $v \rightarrow 0$ ) güçlü non-parabolik hal için ince katın enerji seviyeleri arasındaki

enerji aralığını belirler. Gerçekten (1) de  $\beta \rightarrow \infty$

( $\varepsilon_g \rightarrow 0$ ) ve  $v \rightarrow 0$  şartlarından yararlanırsak o zaman  $\varepsilon_1(n)$  için

$$\varepsilon_1(n) = \left( k_o T \sqrt{\frac{\varepsilon_o^*}{\beta}} \right) \cdot n \quad (25)$$

buluruz. Bundan görülür ki

$$\Delta\varepsilon = \varepsilon_1(n+1) - \varepsilon_1(n) = k_o T \sqrt{\varepsilon_o^* / \beta}, \quad \text{yani}$$

$\Delta\varepsilon / k_o T = \sqrt{\varepsilon_o^* / \beta} = k$  olup ve enerji seviyeleri de eşit aralıktır.

(24)'e dahil olan  $\mu(d)$  kimyasal potansiyel konsantrasyon için yazılmış olan (8) denkleminde bulunur ve göz önüne alınan yaklaşımda onun biçimi aşağıdaki gibidir

$$\mu(d) = k_o T \ln \left[ \pi^2 n_{el} \left( \frac{s\hbar}{2k_o T} \right)^3 \frac{(e^k - 1)^2}{k(k e^k + e^k - 1)} \right] \quad (26)$$

Belirtelim ki (24) ve (26),  $\alpha$  ve  $\mu(d)$  için güçlü non-parabolik yaklaşımda keyfi kalınlıklı ince kat halinde geçerli olan genel ifadelerdir. Şimdi elektron gazının dejenere olmadığı halde ölçüce kuantlanmanın termogüce etkisini nitelikçe açıklamak

amacıyla bu formülleri  $k(d) = \pi\hbar s / 2k_o T d$  parametresinin büyük ( $k \gg 1$ ) ve küçük ( $k \ll 1$ ) değerleri için inceleyelim.

k büyüklüğünün büyük değeri ( $k \gg 1$ ) aşırı ince kat ( $d \rightarrow 0$ ) haline karşılıktır. Böyle yaklaşımda (24) ve (26) nın birlikte çözümünden  $\alpha$  için

$$\alpha(d) \Big|_{k \gg 1} = -\frac{k_o}{e} \left[ 3 + \ln \left( \frac{2k_o T}{n_{el} \hbar s d^2} \right) \right] \quad (27)$$

buluruz. (27) den görülür ki ince katın kalınlığının azalmasıyla termogüç mutlak değerce artar. Şöyle ki, (27) de logaritma içindeki ifade göz önüne alınan yaklaşımda, elektron gazı için non-dejenere ölçütüne karşılık olduğundan  $(2k_o T / n_{el} \hbar s d^2) \gg 1$  şartını sağlar.

k parametresinin küçük değerleri ( $k \ll 1$ ) kalın ince kat veya kuaziklasik dönüşüme ( $d \rightarrow \infty$ )

uygundur. (24) ve (26) daki eksponansiyel fonksiyonunu, argümanının küçük değerleri için, seriye açarsak ve bu seride ilk iki terimi kullanırsak, ölçüce kuantlanmanın termogüce verdiği ek için şu ifadeyi buluruz ( $k_o T$  enerji aralığında fazla sayıda ince kat enerji seviyeleri olduğunda, yani  $\varepsilon_o \ll k_o T$ )

$$\delta\alpha(d) \Big|_{k \ll 1} = \alpha(d) \Big|_{k \ll 1} - \alpha(\infty) = -\frac{3}{2} \frac{k_o}{e} k(d) \quad (28)$$

Burada

$$\alpha(\infty) = -\frac{k_0}{e} \left\{ 4 + \ln \left[ \frac{16}{\pi^2 n_{el}} \left( \frac{k_0 T}{s\hbar} \right)^3 \right] \right\} kl$$

asik yüksek magnetik alanda güçlü non-parabolik yaklaşımda hacmi numunelerdeki termogüç ifadesidir (Askerov,1994).

(28) den görülür ki hacmi numunelere dönüşümde ( $k \rightarrow 0$  veya  $d \rightarrow \infty$ )  $\alpha$  da ölçüce kuantlanmaya bağlı terim tamamen kaybolur ve termogüç  $\alpha(\infty)$  ile çakışır. Böylece ölçüce kuantlanmanın tüm bölgesi için ince katlarda termogücün değeri aynı tür hacmi numunelerdeki değerinden daha büyük olur ve enerji bandı non-parabolikliğin hesabına katılması bu değerleri her zaman etkiler.

#### Kaynaklar

**Askerov, B.M.**, 1994. Electron Transport Phenomena in Semiconductors. World Scientific, Singapore.

**Askerov, B.M., Kuliyeu, B.I., Eminov, R.F.**, 1977. Thermomagnetic Phenomena in a Dimen-

sion-quantized Film in Strong Magnetic Field. Fizika Nizkix Temperatur. Sov. J. 3:344.

**Askerov, B.M., Kuliyeu, B.I., Figarova, S.R., Eminov, R.F.**, 1986. Non-monotonous Behavi-

or of the Nernst-Ettinghausen Effect in Conductive Films in a Strong Magnetic Field. Phys. Stat. Sol.(b). 136: 743.

**Filatov, O.N., Karpoviç, I.A.**, 1968. Zavisimost Kraya Pogloşeniya Plenok Antimonida Indiya ot Tolşını. Fizika Tvjordogo Tela. Sov. J. 10: 2886.

**Filatov, O.N., Karpoviç, I.A.**, 1969. Kvantoviye Razmerniye Effekti v Tonkix PPP

Plyonkax InSb. Pisma v Jurnal Exper. i Teoret. Fiziki. Sov. J. 10: 224.

**Korneyev, V.V.**, 1978. Termomagnitniye Koeffitsienti v Razmerno Kvantovannoy Polupro-

vodnikovoy Plyonki. Jurnal Exper i Teoret Fiziki. Sov. J. 74: 1477.

**Kubakaddı, S.S., Mulımanı, B.G., Sankeshwar, N.**, 1987. On the Electrical Conductivity

and Thermopower in Quasi-Two-Dimensional Semiconductor Quantum Well Structures in Quantising Magnetic Field. Phys. Stat. Sol. (b). 142: k 131.

**Oji, H.**, 1984. Thermomagnetic Effects in Two Dimensional Electron Systems. C.Solid State

Phys.J.Phys. 17: 3059.

**Romanov, A.A.**, 1969. Termoeds Razmerno Kvantovannoy

Poluprovodnikovoy Plyonki Fizika i Texnika Poluprovodnikov. Sov. J. 3:1859.

**Romanov, A.A., Magarill, L.I., Serderan, V.S.**, 1970. Provodimost Razmerno Kvantovan-

noy Poluprovodnikovoy Plyonki v Kvantuyuşem Magnitnom Pole. Fizika i Texnika Poluprovodnikov. Sov. J. 4:1262.

**Rumer, Y.B., Rivkin, M.Ş.**, 1972.

Termodinamika, Statistiçeskaya Fizika i Kinetika. Izd. Nauka, Moskow.

**Tavger, B.A.**, 1967. Transport Phenomena in Semiconducting Thin Films. Phys. Stat. Sol. 22:31.

**Tavger, B.A., Demixovskiy, V.Y.**, 1968.

Kvantoviye Razmerniye Effekti v Poluprovodniko-

vıx i Polumetalliceşkix Plyonkax. Uspexi Fiziçeskix Nauk. Sov. J. 96: 61.



# Aritmetik Serilere İstatistiksel Bir Yaklaşım

Kazım KARA<sup>1</sup>

Gürol ZIRHLIOĞLU<sup>2</sup>

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi 65080 Van Turkey

**Özet :** Matematikte önemli bir yeri olan seriler üzerinde çalışarak, aritmetik seriye istatistiksel bir yaklaşımda bulunulmuştur. Aritmetik dizinin terimler toplamı,

$$\frac{(a_n + a_1) * (a_n + r - a_1)}{2 \quad r}$$

ifadesi ile hesaplanabilir. Bu ifadenin ilk kısmı medyan veya aritmetik ortalamayı, ikinci kısmı ise, dizideki eleman sayısını vermektedir. Öte yandan aritmetik serinin dağılımı Üniform dağılıma uymaktadır. Bu dağılımın ortalaması olan;

$$E(x) = \frac{(a_n + a_1)}{2}$$

üstteki ifadenin ilk terimine karşılık gelmektedir.

**Anahtar Kelimeler :** Aritmetik Seri, Aritmetik Dizi

## A Statistical Approximation To Arithmetic Series

**Abstract :** A statistical approximation to arithmetic series were made by studying an series which has important place in mathematic. The sum of arithmetic sequence can be calculated by following equation:

$$\frac{(a_n + a_1) * (a_n + r - a_1)}{2 \quad r}$$

The first part of this equation shows median or arithmetic mean while second part gives the number of elements. On the other hand, distribution of arithmetic series with uniform distribution.

$$E(x) = \frac{(a_n + a_1)}{2}$$

mean of this distribution, correspond to the term of above expression.

**Key words :** Arithmetic series, arithmetic sequence

### Giriş

Matematik hemen hemen bütün bilim dallarının baş vurduğu bir disiplindir. Matematiğin geliştirdiği çeşitli teori ve yöntemler çok değişik alanlara uygulanabilmektedir. Uygulamalı matematiğin esas görevi de, bu gaye ile teknikler geliştirmektir.

Dizi ve serilerin matematikte çok önemli bir yeri vardır. Gaus'un yöntemi de herkes tarafından bilinmektedir. Ancak Gaus'un istatistikçi kimliği ile herkes ilgilenmeyebilir. Aslında, teorik

matematikçiler de Gaus'un bu yönüyle pek fazla ilgilenmemişlerdir.

İstatistiği matematikten ayrı düşünmemek gerekir. Ancak bu alandaki önemli ve hızlı gelişmeler, istatistiği ayrı bir disiplin haline getirmiştir. İstatistik, matematiğin geliştirdiği teori ve tekniklere dayanarak kendisi de yeni yöntemler geliştirmektedir.

Bu çalışmada serilerin istatistik yönüyle ilgilenilmiş ve bu konuya farklı bir yaklaşımda bulunulmuştur.

## Dizi ve Seri

### Dizi

Hacısalihoglu ve ark.(1994) diziyi, tanım cümlesi pozitif tam sayılar cümlesi olan bir fonksiyon olarak tanımlıyor. Bir dizi,  $\{f(n)\}$  ya da yaygın olarak,  $(f(n))$  biçiminde gösterilir. Bu gösterim;

$$(f(n)=(f(1),f(2),f(3),\dots,f(n),f(n+1),\dots)) \quad (1)$$

demektir.

Burada,  $f(1)$  1 inci terim,  $f(2)$  2 inci terim, ...,  $f(n)$  de genel terimi ifade etmektedir.

Genel terim, dizinin karakteristik terimidir. Bir dizinin belirli olması, genel teriminin belirli olmasıyla da ilgilidir. Pasteka and Solat(1991), aritmetik dizilerin kapsadığı pozitif tamsayı setlerinden bahsetmişler ve dizilerde yapılmış olan ölçümler hakkında verdikleri bilgilerle konuya ışık tutmuşlardır.

Sonlu bir limite sahip olan diziye yakınsak, bunun dışında kalan diziye de ıraksak denmektedir. Mesela  $(1/n)$  dizisinin limiti 0 olup, bu dizi yakınsaktır. Halbuki,  $(n+1) / n$  dizisinin limiti sonlu olmadığı için ıraksaktır.

### Seri

Saçlı ve Balcı (1982),  $a_n$  dizisinin tüm terimlerinin toplamı;

$$a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n + \dots = \sum_{k=1}^{\infty} a_k \quad (2)$$

olan ifadeye, genel terimi  $a_n$  olan bir seridir denmektedir. Burada;

$$\sum_{k=1}^{\infty} a_k = \lim_{n \rightarrow \infty} (a_1 + a_2 + \dots + a_k) \quad (3)$$

olduğundan,  $\sum_{k=1}^{\infty} a_k$  serisinin yakınsaklığı, genel terimi  $a_n$  olan,

$$s_n = a_1 + a_2 + \dots + a_n \quad (4)$$

dizisinin yakınsaklığına bağlı olmaktadır. Eğer burada yakınsaklık söz konusu ise, (3) nolu ifade

$$\sum_{k=1}^{\infty} a_k = s \quad (5)$$

şeklinde gösterilir. Demek ki,  $\sum a_k$  sembolü yakınsak olan bir serinin toplamını göstermektedir

(Mustafin, 1992). (4) eşitliğinde gösterilen  $(S_n)$ , kısmi toplamlar dizisi olup,

$$S_{n-1} = a_1 + a_2 + \dots + a_{n-1}$$

$$S_n = a_1 + a_2 + \dots + a_{n-1} + a_n \quad (6)$$

olduğundan,

$$a_n = S_n - S_{n-1} \quad (7)$$

dir. İşte kısmi toplamlar dizisi yakınsak olan seri de yakınsak oluyor. Bu durumda, serinin kısmi toplamlar dizisinin limitine serinin toplamı adı verilir (Hacısalihoglu ve ark., 1994).

### Aritmetik Seri

Bir dizinin bütün terimleri, kendinden bir önceki terimine sabit bir sayı eklenerek oluşturulan serilerdir (San, 1975). Buna göre ilk terimi  $a_1$  ortak farkı  $r$  olan  $n$  terimli bir dizinin terimleri,

$$a_1 = a_1$$

$$a_2 = a_1 + r$$

$$a_3 = a_2 + r = a_1 + 2r$$

$$a_4 = a_3 + r = a_1 + 3r$$

$$\dots\dots\dots$$

$$a_n = a_{(n-1)} + r = a_1 + (n-1)r$$

olur. Buna göre, bir aritmetik dizinin genel terimi;

$$a_n = a_1 + (n-1)r \quad (8)$$

olmaktadır. Tamsayılar dizisinde,  $n$  doğal sayının toplamı ise;

$$s = \frac{n(n+1)}{2} \quad (9)$$

olur.

### Aritmetik Seriyeye İstatistiksel Yaklaşım

Bir aritmetik dizinin terimler toplamı,

$$\frac{(a_n + a_1) * (a_n + r - a_1)}{2} \quad (10)$$

ifadesi ile elde edilebilir. Bu ifadenin ilk kısmı olan  $\frac{(a_n + a_1)}{2}$ , dizinin medyanını vermektedir. İkinci

kısmı olan  $\frac{(a_n + r - a_1)}{r}$  ise terim sayısını verir.

Burada  $r$ , sabit bir sayı olduğu için, dizinin tam ortasındaki değer (medyan), terim sayısı ile çarpılınca terimler toplamı elde edilmiş olur.

Dizinin terimler toplamını, bunların sayısına bölerek elde edilen değer aritmetik ortalama olup, simetriden dolayı bu değer medyanla aynı olmaktadır. Aritmetik ortalamanın hesaplanmasında kullanılan,

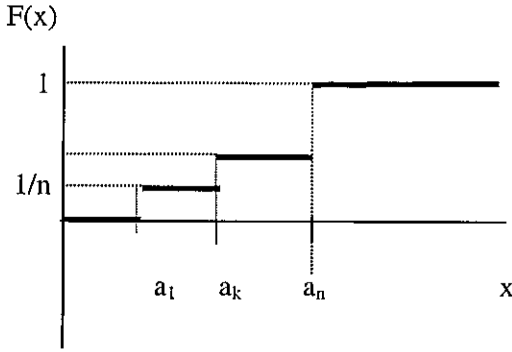
$$\mu = \sum_{k=1}^n \frac{a_k}{n} \quad (11)$$

ifadesinde yer alan terim sayısı (n)'ni tekrar bu ifade ile çarparsak yeniden;

$$n\mu = \sum_{k=1}^n a_k \quad (12)$$

dizi toplamı elde edilmiş olur. Bu eşitlik, (10) no'lu ifadeye denktir.

Şimdi de, aritmetik seriye bir ihtimal dağılım yaklaşımı yapalım. Seri yakınsak ve terimleri ardışık olduğu için, Uniform dağılıma uymaktadır. Buna ait dağılımın fonksiyonu Şekil 1'de gösterilmiştir;



Şekil 1. Uniform Dağılımın Grafîği (Kara, 1989).

Bir uniform dağılım için beklenen değer,

$$E(x) = \frac{(a_n + a_1)}{2} \quad (13)$$

şeklinde hesaplanmaktadır. Bu eşitlik ise, (10) no'lu ifadenin ilk kısmı ile aynıdır.

### Değerlendirme Ve Sonuç

Yaklaşımımızı sayısal örnekler ile gösterebiliriz:

**Örnek 1:** İlk terimi 1 ve ortak farkı (r) 7 olan seride  $a_n = 71$  alınrsa, terimler şöyle olur:

1 8 15 22 29 36 43 50 57 64 71

Burada, medyan veya aritmetik ortalama, (10) numaralı ifadenin ilk kısmına göre,

$$\frac{(71+1)}{2} = 36$$

bulunur. Bu değer hem medyan, hem de aritmetik ortalamadır. Terimlerin sayısı da, aynı ifadenin ikinci kısmına göre;

$$\frac{(71+7-1)}{7} = 11$$

olur. Bu sayı aritmetik ortalama ile çarpılırsa, toplam;  $36*11=396$  olarak elde edilir.

**Örnek 2 :** İlk terimi 3 ve ortak farkı (r) 2 olan seride,  $a_n=27$  alınrsa, dizinin terimleri şöyle olur;

3 5 7 9 11 13 15 17 19 21 23 25 27

Burada, medyan veya aritmetik ortalama, (10) no'lu ifadeden  $(27+3)/2=15$  bulunur. Dizinin terim sayısı ise;  $(27+2-3)/2=13$  bulunur. Bu sayı, aritmetik ortalama ile çarpılırsa seri toplamı,  $15*13 =195$  olarak elde edilir.

**Örnek 3 :** İlk terimi 5 olan ve 5'er 5'er artan bir dizinin  $a_n=75$  olsun. Burada dizinin elemanları, 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75

olur. Medyan ve aritmetik ortalama, yine (10) numaralı ifadenin ilk kısmına göre,  $(75+5)/2=40$  olur. Dizideki eleman sayısı ise,

$$(75+5-5)/2 = 75/5 = 15$$

bulunur. Bu sayı, aritmetik ortalama ile çarpılırsa, toplam;  $40*15 = 600$  olarak elde edilir.

İlk örneğe göre (10) numaralı ifade yeniden,

$$\frac{(a_n + 1)}{2} * \frac{(a_n + r - 1)}{r} \quad (14)$$

şeklinde yazılabilir. Üçüncü örneğe göre de,

$$\frac{(a_n + r)}{2} * \frac{a_n}{r} \quad (15)$$

yazılabilir. Bu ifadeler, (10) numaralı genel ifadenin farklı kullanım şekillerinden çıkmış olup, ikinci örnek ise genel ifadenin aynen uygulanmış halidir.

### **Kaynaklar**

- Hacısalihöğlu, H., Balcı ve M., Gökđal, F. (1994). Temel ve Genel Matematik, Cilt 1, Ankara.
- Kara, İ. (1989). Olasılık, Anadolu Üniversitesi, No:69, Eskişehir.
- Mustafin, M.A. (1992). Absolute and Uniform Convergence of Series in a Sine System, Different silnye-Uravneniya, No:8, AlmaAta, USSR.
- Pasteka, M. and Solat, T. (1991). Buck's Measure Density and Sets of Possitive Integers Contaming Arithmetic Progression, Math.slovaco, No:3,283-193.
- Saçlı, Ö.A. ve Balcı,M. (1982). Fen Bilimleri İçin Matematik. Modern Matematik ve Fen Kitapları:130, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul.
- San, N. (1975). Analiz Dersleri, Atatürk Üniversitesi Yayınları, No:433, Ankara.

# Kontrolü Yapılan Yedekli İki Üniteli Sistemlerde En Uygun Kontrol Zamanı

Hüsnü BARUTOĞLU<sup>(1)</sup>

Musa ÇAKIR<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Adnan Menderes Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fak., Mat. Böl., 09100, TÜRKİYE

<sup>(2)</sup>Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fak., Mat. Böl., 65080, TÜRKİYE

E-mail: cakyr @ yahoo. Com

**Özet :** Bu çalışmada, koruyucu bakım olarak kontrolü yapılan iki üniteli sistemler için en uygun kontrol zamanı  $t_0$  tanımlanmıştır.

Bazı örnek dağılımlar ele alınarak, en uygun kontrol zamanı için sonuçlar elde edilmiştir.

Kontrolü yapılan iki üniteli sistemlerde, ilk sistem başarısızlığı için ortalama zamanı maksimum yapan değer en uygun kontrol zamanıdır. En uygun kontrol zamanının bulunabilmesi için, Markov renewal süreçler kullanılarak ilk sistem başarısızlığında zamanın dağılım fonksiyonunun Laplace-Stieltjes dönüşümlerinin elde edilmesi gerekir.

**Anahtar kelimeler:** Koruyucu bakım, bir yedekli iki üniteli sistem, Renewal süreçler.

## Optimum Inspection Time For A Two-Unit Standby Redundant System With Preventive Main Tenance

**Abstract :** In this study, optimum inspection time- $t_0$  for a two unit standby redundant system with preventive maintenance has been examined.

By considering sample distributions, certain results for the optimum inspection time have been obtained.

In two- unite system with preventive maintenance for the first system failure, the value redering the mean time maximum, is the optimum inspection time. To find out the optimum inspection time, by using Markov renewal processes, it is necessary to optain Laplace-Stieltjes transform of the distribution function of the to the first failure.

**Keywords:** Preventive maintenance, a two-unit Standby Redundant System, Renewal processes.

### Giriş

Özdeş iki üniteden oluşan ve bu ünitelerden sadece birinin çalışıp diğerinin yedekte bekletildiği sistemlere yedekli iki üniteli sistemler denir (Two-Unit Standby Redundant System) , (Osaki, 1985).

Hayat süresi ve onarım süresinin keyfi olduğu varsayılır. Bu nedenle ünitenin başarısızlık zaman dağılımı  $F(t)$  ve onarım dağılımı  $G(t)$  keyfi fonksiyonlardır. Yedekli iki üniteli sistemin, sistem başarısızlığına daha geç ulaşması için, sistemin çalışan ünitelerine koruyucu bakım yapılır (Nakagawa ve Osaki, 1974) . Koruyucu bakım, yedekli iki üniteli sistemlerde bir ünite yedekte iken diğer çalışan ünitenin çalışmasına devam ederek kontrolden geçirilmesi olarak ele alınır. Her ünitenin kontrol zaman dağılımı  $A(t)$  ve kontrolü tamamlama zaman dağılımı  $B(t)$  keyfi fonksiyonlar olarak tanımlanır. Koruyucu bakımın yapıldığı iki üniteli sistemlerde şu varsayımlar yapılır.

(i) Çalışan ünitenin kontrolü ancak diğer ünite yedekte ise yapılır.

(ii) Kontrolü gelen bir ünite, diğer ünitenin onarım durumunda olmasından dolayı kontrolü kaybetmiş ise, bozulan ünitenin onarımı tamamlandıktan sonra çalışan ünitenin kontrolü yapılır (Osaki ve Asakura, 1970).

### Modelin Analizi

#### Tanım (Markov Renewal Süreç):

Bütün  $n=0,1,2,\dots;$   $i,j=0,1,2,\dots,m$  ve  $t \in [0, \infty)$  için,

$$\begin{aligned} P\{X(n+1) = j, T_{n+1} - T_n \leq t | X(0) = i_0, \dots, X(n) = i\} \\ = P\{X(n+1) = j, T_{n+1} - T_n \leq t | X(n) = i\} \\ = Q_{ij}(t) \end{aligned}$$

ifadesi sağlanıyorsa  $\{N(t), t \geq 0\}$  stokastik sürecine bir Markov Renewal Süreci denir.

### Tanım (Laplace-Stieltjes Dönüşümü):

$f$ , gerçel bir  $t$  değişkeninin fonksiyonu olsun ve  $t > 0$  için tanımlansın. Gerçel bir  $t$  değişkeninin fonksiyonu olan bir  $F$  fonksiyonu aşağıdaki biçimde düşünelim:

$$F(t) = \int_0^t dF(x) = \int_0^t f(x)dx$$

Böylece  $s$  bir parametre olmak üzere  $F(t)$  nin Laplace-Stieltjes dönüşümü,

$$F^*(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} dF(t) = \int_0^{\infty} e^{-st} f(t)dt$$

şeklinde tanımlanır.

Kontrolü yapılan yedekli iki üniteli sistemin stokastik durumunu analiz etmek için, Markov renewal sürecin dört konumunu aşağıdaki şekilde tanımlayabiliriz.

**0 Konumu :** Bir ünite çalışırken diğer ünitenin yedekte olması.

**1 Konumu :** Bir ünite çalışırken diğer ünitenin bozulması.

**2 Konumu :** Bir ünite çalışırken kontrolünün yapılması.

**3 Konumu :** İki ünitenin de bozulması (sistem başarısızlığı).

0 konumu için :

(i) Sistemin 0 konumundan 1 konumuna gitmesi; 'Çalışan ünite, kontrol zamanından önce bozulur'.

Dağılım fonksiyonu;

$$Q_{01}(t) = \int_0^t \bar{A}(t) dF(t), \quad (2.1)$$

Burada  $t$  zamanı ve  $\bar{A}(t) = 1 - A(t)$  de olasılık fonksiyonunu gösterir.

Laplace-Stieltjes dönüşümü

;

$$q_{01}(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} dQ_{01}(t) = \int_0^{\infty} e^{-st} \bar{A}(t) dF(t). \quad (2.2)$$

(ii) Sistemin 0 konumundan 2 konumuna gitmesi; 'Çalışan ünitenin kontrol zamanı, bozulmadan önce gelir'.

Dağılım fonksiyonu;

$$Q_{02}(t) = \int_0^t \bar{F}(t) dA(t), \quad (\bar{F}(t) = 1 - F(t)) \quad (2.3)$$

Laplace-Stieltjes dönüşümü;

$$q_{02}(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} \bar{F}(t) dA(t). \quad (2.4)$$

$$Q_{11}(t) = \int_0^t G(t) \bar{A}(t) dF(t), \quad (2.5)$$

Laplace-Stieltjes dönüşümü;

$$q_{11}(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} G(t) \bar{A}(t) dF(t). \quad (2.6)$$

(ii) 1 konumundaki sistemin 2 konumuna gitmesi;

(a) 'Bozulan ünitenin onarımı tamamlandıktan sonra, çalışan ünitenin kontrol zamanının gelmesi'.

Dağılım fonksiyonu;

$$\int_0^t \bar{F}(t) G(t) dA(t). \quad (2.7)$$

**1 konumu için :** i) 1 konumundaki sistemin 1 konumuna gitmesi; 'Bozulan ünitenin onarımı tamamlandıktan sonra, çalışan ünitenin bozulması'.

Dağılım fonksiyonu

b) 'Bozulan ünitenin onarımı tamamlanmadan önce çalışan ünitenin kontrol zamanı gelir'.

Bu durumda kontrol yapılmaz. Kontrol ancak, onarım tamamlandıktan sonra ünite hala çalışıyorsa yapılır. Bu durumda;  
Dağılım fonksiyonu;

$$\int_0^t \bar{F}(t)A(t)dG(t). \quad (2.8)$$

Böylece Laplace-Stieltjes dönüşümü;

$$q_{12}(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} \bar{F}(t)G(t)dA(t) + \int_0^{\infty} e^{-st} \bar{F}(t)A(t)dG(t) \quad (2.9) \text{ olur.}$$

(iii) 1 konumundaki sistemin 3 konumuna gitmesi; 'Bozulan ünitenin onarımı tamamlanmadan önce, çalışan ünite bozulur'.

Dağılım fonksiyonu;

$$Q_{13}(t) = \int_0^t \bar{G}(t)dF(t), \quad (\bar{G}(t) = 1 - G(t)). \quad (2.10)$$

Laplace-Stieltjes dönüşümü;

$$q_{13}(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} \bar{G}(t)dF(t). \quad (2.11)$$

olur.

## 2 konumu için:

(i) 2 konumundaki sistemin 1 konumuna gitmesi; 'Çalışan ünite, diğer ünitenin kontrolü tamamlandıktan sonra, kontrol zamanı gelmeden bozulur'.

Dağılım fonksiyonu;

$$Q_{21}(t) = \int_0^t \bar{A}(t)B(t)dF(t). \quad (2.12)$$

Laplace-Stieltjes dönüşümü;

$$q_{21}(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} \bar{A}(t)B(t)dF(t). \quad (2.13)$$

(ii) 2 konumundaki sistemin 2 konumuna gitmesi;(a) 'Kontrol tamamlandıktan sonra, çalışan ünitenin kontrol zamanı gelir'.

Dağılım fonksiyonu;

$$\int_0^t \bar{F}(t)B(t)dA(t). \quad (2.14)$$

(b)'Çalışan ünitenin kontrol zamanı, diğer ünitenin kontrolü tamamlanmadan önce gelir'.

Bu durumda kontrol yapılamaz. Çalışan ünitenin bozulmasından önce kontrol tamamlanır.

Dağılım fonksiyonu;

$$\int_0^t \bar{F}(t)A(t)dB(t). \quad (2.15)$$

Böylece Laplace-Stieltjes dönüşümü;

$$q_{22}(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} \bar{F}(t)B(t)dA(t) + \int_0^{\infty} e^{-st} \bar{F}(t)A(t)dB(t) \quad (2.16)$$

olur.

(iii) 2 konumundaki sistemin 3 konumuna gitmesi; 'Kontrol tamamlanmadan önce çalışan ünite bozulur'.

Dağılım fonksiyonu;

$$Q_{23}(t) = \int_0^t \bar{B}(t)dF(t), \quad (\bar{B}(t) = 1 - B(t)). \quad (2.17)$$

Laplace-Stieltjes dönüşümü;

Böylece Laplace-Stieltjes dönüşümü;

$$q_{23}(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} \bar{B}(t)dF(t). \quad (2.18)$$

$\Phi_i(s)$  ( $i = 0, 1, 2$ ),  $t = 0$  da  $i$  konumundan başlayıp, ilk sistem başarısızlığı için zaman dağılımının Laplace Stieltjes dönüşümü olsun.

$\Phi_0(s)$  için iki ayrı geçiş göz önüne alabiliriz. Böylece

$$\Phi_0(s) = q_{01}(s)\Phi_1(s) + q_{02}(s)\Phi_2(s). \quad (2.19)$$

$\Phi_1(s)$  için üç durum ele alabiliriz. Böylece

$$Q_1(s) = q_{11}(s)\Phi_1(s) + q_{12}(s)\Phi_2(s) + q_{13}(s) \quad (2.20)$$

ve benzer şekilde  $\Phi_2(s)$  için de üç durum söz konusudur.

$$\Phi_2(s) = q_{21}(s)\Phi_1(s) + q_{22}(s)\Phi_2(s) + q_{23}(s) \quad (2.21)$$

şeklinde ifade edilebilir.  $\Phi_0(s)$  için (2.19), (2.20), (2.21) denkleminde

$$\Phi_0(s) = [q_{01}(s)q_{13}(s)(1 - q_{22}(s)) + q_{01}(s)q_{12}(s)q_{23}(s) + q_{02}(s)q_{23}(s)(1 - q_{11}(s)) + q_{02}(s)q_{21}(s)q_{13}(s)] \cdot [1 - q_{11}(s) - q_{22}(s) + q_{11}(s)q_{22}(s) - q_{12}(s)q_{21}(s)]^{-1} \quad (2.22)$$

ifadesi elde edilir. Bu da  $t=0$  da 0 konumundan başlayıp, ilk sistem başarısızlığı için zaman dağılımının Laplace-Stieltjes dönüşümüdür.



$$\left\{ \hat{T} - d\Phi_0(s)/ds \Big|_{s=0} \right\} = \mu_0 + [(q_{01}q_{23} + q_{21})\mu_1 + (1 - q_{11} - q_{01}q_{13})\mu_2] / [(1 - q_{11})q_{23} + q_{21}q_{13}] \quad (3.23)$$

olarak elde edilir. Burada

$$\mu_0 = -dq_{01}(s)/ds \Big|_{s=0} \quad \mu_i = -\sum_{j=1}^3 dq_{ij}(s)/ds \Big|_{s=0}.$$

Böylece tüm dağılımlar ifade edilirse, ilk sistem başarısızlığı için ortalama zaman hesaplanabilir.

Bu çalışmada, bir koruyucu bakım olarak kontrolün yapıldığını varsaydık. Yapılan kontrolün bir yaş koruyucu bakım olduğunu göz önüne alırsak,

$$A(t) = \begin{cases} 0 & t < t_0 \\ 1 & t \geq t_0 \end{cases}$$

olarak kabul edilir. Aşağıdaki gösterimleri tanımlarsak

$$\begin{aligned} \theta_1 &= \int_0^\infty \overline{G}(t) dF(t) & \theta_2 &= \int_0^\infty \overline{B}(t) dF(t) \\ \theta_1 + G(t) &= G^*(t) & \theta_2 + B(t) &= B^*(t) \\ \gamma_1 &= \int_0^\infty \overline{G}(t) \overline{F}(t) dt & \gamma_2 &= \int_0^\infty \overline{B}(t) \overline{F}(t) dt \\ \lambda &= \int_0^\infty t dF(t) = \int_0^\infty \overline{F}(t) dt \end{aligned}$$

Bir yaş koruyucu bakım için ilk sistem başarısızlığında ortalama zaman

$$\hat{T}(t_0) = \frac{[\lambda(1 + \theta_1) - I_3(\infty)][1 - I_2(\infty)] + [\lambda(1 + \theta_2) - I_4(\infty)]I_1(\infty)}{\{\theta_1[1 - I_2(\infty)] + \theta_2 I_1(\infty)\}} \quad (3.24)$$

şeklinde yazılır. Burada

$$\begin{aligned} I_1 &= \int_{t_0}^t G^*(t) dF(t) & I_2(t) &= \int_{t_0}^t B^*(t) dF(t) \\ I_3 &= \int_{t_0}^t G^*(t) d\overline{F}(t) & I_4(t) &= \int_{t_0}^t B^*(t) d\overline{F}(t) \end{aligned}$$

Koruyucu bakımı yani kontrolü yapılan iki üniteli sistemlerde en uygun kontrol zamanının bulunması için; ilk sistem başarısızlığının ortalama

zamanı olan (3.24) nolu denklemi maksimize etmemiz gerekir. Bu durumda,

$$h(t_0) = \{r(t_0)[\lambda - I_4(\infty)] - [1 - I_2(\infty)]\} / \{r(t_0)[\lambda - I_3(\infty) + I_1(\infty)]\} \quad (3.25)$$

elde edilir. Burada  $r(t_0)$  başarısızlık oran dağılımıdır. Olasılık tanımından

$$r(t_0) = f(t_0) / \bar{F}(t_0) \text{ yazılır.}$$

### Uygulama

Bu bölümde, en uygun kontrol zamanını karşılaştırmak için bir uygulama üzerinde durulacaktır.

Onarım zaman dağılımı  $G(t)$  ve kontrol tamamlanması zaman dağılımı  $B(t)$  fonksiyonlarının üstel olduğu, başarısızlık zaman dağılımı  $F(t)$  nin de keyfi olduğunu varsayalım.

### Örnek:

$$G(t) = 1 - e^{-\mu_1 t}, \quad B(t) = 1 - e^{-\mu_2 t}, \quad F(t) = 1 - e^{-\alpha t} - \alpha t e^{-\alpha t}$$

olarak seçelim. Burada

$$\theta_1 = (\alpha / \mu_1 + \alpha)^2 \quad \theta_2 = (\alpha / \mu_2 + \alpha)^2$$

$$r(t) = \alpha^2 t / (1 + \alpha t) \quad \lambda = 2 / \alpha$$

olarak bulunur.

**Sonuç 1:** Tablo-1, Tablo-2 ve Tablo-3 den de görüldüğü gibi, hayat süresinin ortalaması ve onarım süresinin ortalaması sabit tutulup kontrolün tamamlanması zaman dağılımının ortalaması  $(1/\mu_2)$  azaldığında en uygun kontrol zamanı da azalmaktadır.

**Sonuç 3:** Tablo-5 den de görüldüğü gibi, onarım zaman dağılımının ortalamasının ve kontrol zaman dağılımının ortalamasının sabit tutulup, hayat süresi zaman dağılımının ortalaması  $(\lambda)$  azaldığında en uygun kontrol zamanı artmaktadır.

$\lambda = 2, \mu_1 = 1, \mu_2 = 1/2$  alındığında en uygun kontrol zaman dağılımı  $t = -0.79$  ve  $\lambda = 2, \mu_1 = 4, \mu_2 = 4$  alındığında  $t_0 = -1$  bulunmuştur. Burada elde edilen en uygun kontrol zamanları negatif olarak bulunduğu için anlamsızdır.

**Sonuç 2:** Tablo-4 den de görüldüğü gibi, hayat süresinin ortalaması ve kontrolün tamamlanması zaman dağılımının ortalaması sabit tutulup, onarım zaman dağılımının ortalaması  $(1/\mu_1)$  azaldığında en uygun kontrol zamanı artmaktadır. Bu sonuç Tablo-1 ve Tablo-2 nin ilk iki satırları karşılaştığında da görülmektedir.

**Sonuç 4:**  $\theta_2 / \theta_1 = a/b$  şeklinde yazıldığında en iyi kontrol zamanı  $t_0$ 'ın bulunabilmesi için  $(2b-2a)/a < 1$  olması gerekir.

Tablo-1 :  $\lambda = 2, \mu_1 = 1$  olduğunda çeşitli  $\mu_2$  değerleri için en uygun kontrol zamanları.

$\lambda$	$\mu_1$	$\mu_2$	$\hat{T}(t_0)$	$t_0$
2	1	2	$t_0 + 5 \exp(-t_0) + \exp(-3t_0) - \exp(-2t_0) = 9$	9
2	1	3	$8t_0 + 12 \exp(-t_0) + \exp(-2t_0) - \exp(-4t_0) = 16$	1.73
2	1	4	$17t_0 + 21 \exp(-t_0) + \exp(-2t_0) - \exp(-5t_0) = 25$	1.03

Tablo-2:  $\lambda = 2, \mu_1 = 1/2$  olduğunda çeşitli  $\mu_2$  değerleri için en uygun kontrol zamanları.

$\lambda$	$\mu_1$	$\mu_2$	$\hat{T}(t_0)$	$t_0$
2	1/2	5	$126t_0 + 135 \exp(-t_0) + 4 \exp(-3/2t_0) - 4 \exp(-6t_0) = 19$	0.4259
2	1/2	6	$178t_0 + 187 \exp(-t_0) + 4 \exp(-3/2t_0) - \exp(-7t_0) = 19$	0.342
2	1/2	7	$238t_0 + 247 \exp(-t_0) + 4 \exp(-3/2t_0) - 4 \exp(-8t_0) = 19$	0.291

Tablo-3:  $\lambda = 2, \mu_1 = 1/4$  olduğunda çeşitli  $\mu_2$  değerleri için en uygun kontrol zamanları.

$\lambda$	$\mu_1$	$\mu_2$	$\hat{T}(t_0)$	$t_0$
2	1/4	2	$94t_0 + 119 \exp(-t_0) + 16 \exp(-5/4t_0) - 16 \exp(-3t_0) = 14$	1.05
2	1/4	3	$206t_0 + 231 \exp(-t_0) - 16 \exp(-5/4t_0) - 16 \exp(-4t_0) = 14$	0.594
2	1/4	4	$350t_0 + 375 \exp(-t_0) + 16 \exp(-5/4t_0) - 16 \exp(-5t_0) = 14$	0.411

Tablo-4:  $\lambda = 2, \mu_2 = 4$  olduğunda çeşitli  $\mu_1$  değerleri için en uygun kontrol zamanları.

$\lambda$	$\mu_1$	$\mu_2$	$\hat{T}(t_0)$	$t_0$
2	1	4	$17t_0 + 21 \exp(-t_0) + \exp(-2t_0) - \exp(-5t_0) = 25$	1.03
2	2	4	$7t_0 + 16 \exp(-t_0) - \exp(-5t_0) + \exp(-3t_0) = 25$	3.5
2	3	4	$2t_0 + 9 \exp(-t_0) - \exp(-5t_0) + \exp(-4t_0) = 25$	12.5

Tablo-5:  $\mu_1 = 1, \mu_2 = 3$  olduğunda çeşitli  $\lambda$  değerleri için en uygun kontrol zamanları.

$\lambda$	$\mu$	$\mu_2$	$\hat{T}(t_0)$	$t_0$
2	1	3	$8t_0 + 12 \exp(-t_0) + \exp(-2t_0) - \exp(-4t_0) = 16$	1.7 3
3	1	3	$142/3t_0 + 96 \exp(-2/3t_0) + 4 \exp(-5/3t_0) - 4 \exp(-11/3t_0) =$	2.0 25
4	1	3	$31/2t_0 + 23/18 \exp(-3/2t_0) + 40 \exp(-1/2t_0) - \exp(-7/2t_0) =$	2.3 56

### Kaynaklar

Cox, D. R., 1967. Renewal Theory. Butler and Tanner Ltd., London.  
 Nakagawa, T., and Osaki, S., 1974 . Optimum Preventive Maintenance Policies Maximizing the Mean Time to the First System Failure for a Two-Unit Standby Redundant System. Journal of Optimization Theory and Applications: Vol. 14, 1, 115-129.

Osaki, S., and Asakura, T., 1970. A two-Unit Standby Redundant System with Preventive Maintenance . Journal of Applied Probability. 7: 641-648.  
 Osaki, S., 1985. Stochastic System Reliability Modeling. World Sci. Pub. Co., Singapore.  
 Srinivasan, V. S., 1966. The effect of standby redundancy in system's failure with repair maintenance. Operat. Re., 14: 1024-1036.

## YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ DERGİSİ YAYIN İLKELERİ

1. Dergide, Fen Bilimleri alanında hazırlanan orijinal araştırmalar ve belirli bir konuyu bugünkü bilgi düzeyi ile özetleyerek değerlendiren derleme yazıları yayınlanır.
2. Dergi ; yılda bir kez yayınlanır.
3. Dergide yayınlanacak eserler Türkçe yada İngilizce olmalıdır.
4. Eser, yazım kurallarına uygun olacak biçimde 1 nüsha olarak gönderilir. Yazım kurallarına uygun olmayan eser yazarına iade edilir. Yayın kurallarına uygun olan yada uygun hale getirilen makale toplamı 4 nüsha (biri orijinal, üçü fotokopi) olmak üzere dergiye gönderilir.
5. Dergiye gelen eserler basım öncesinde 3 raportöre gönderilir. Makaleler Yayın Komisyonunca bilimsel içerik ve şekil bakımından uygun görülmesi ve 2 raportör tarafından kabul edilmesi durumunda yayınlanır. Yayınlanması uygun bulunmayan eserler yazarlarına iade edilmez.
6. Dergiye yayınlanmak üzere gönderilen eserler daha önce hiçbir yayın organında yayınlanmamış yada yayın hakkı olmamış olmalıdır. Yazar (lar)'dan makalenin orijinal olduğuna dair bilgi içeren bir dilekçe alınır.
7. Aynı sayıda ilk isim olarak bir yazarın en çok 2 makalesi basılır.
8. Yayınlanmasına karar verilen ve raportör görüşü doğrultusunda düzeltilmesi için yazarına gönderilen esere ekleme çıkartma yapılamaz.
9. Raportör ücreti, baskı ve posta giderlerinin bir bölümü eser sahibinden alınır. Toplam ücreti her sayı için Yayın Komisyonu belirler.
10. Eserin tüm sorumluluğu yazar (lar)'ına aittir.
11. Eser Winword 6.0 yazılım programında aşağıdaki yazım kurallarına uygun olarak yazılır. Yayına kabul edilen eser 1 nüsha halinde 1.44 HD'lik bir diskette birlikte virüssüz olarak yayın komisyonuna gönderilir. Yayınlanan eserlere ait disketler geri gönderilmez.

**Yazı Tipi** : Times new roman

**Sayfa Düzeni** : Ana başlık, ikinci dildeki başlık, Özet ve Abstract tek sütün, diğer tüm bölümler 2 sütün (sütün genişlikleri 8,15 cm ve sütün arası boşluk 1,2 cm).

**Yazı Büyüklüğü** : Ana başlık 14 punto, ikinci dildeki başlık 12 punto, Özet ve Abstract 9 punto, Ana metin 11 punto, dipnotlar 8 punto. Satır aralığı "single" (tek aralık).

**Paragraf başı (Tab)** : 0.5 cm, Latince isimler italik, sayfa numarası verilmeyecek.

**Kağıt boyutu** : A4 (210x297mm).

**Kenar boşlukları** : Üst-alt 3,5 cm, sağ 1,5 cm, sol 2 cm ve yazılar sağa-sola dayalı (Full justified) olmalıdır.

**12. Eser, Başlık, Özet, Abstract, Giriş, Materyal ve Yöntem, Bulgular ve Tartışma, Sonuç, Kaynaklar** ana başlıkları altında toplanmalı, tüm bölüm başlıkları küçük harflerle (baş harfleri büyük), koyu(Bold), Tab'lı ve bölümün punto büyüklüğünde olmalıdır. Bölüm başlıklarına numara verilmemelidir.

**Ana başlık** : Küçük harflerle (Tab'sız ve baş harfleri büyük), koyu (bold) ve ortalananak yazılmalı, metne uygun kısa ve açık olmalıdır. Başlığın altına, eserin yazar (lar)'ının adı soyadı (Adları küçük, soyadları büyük harf) 11 punto olarak yazılmalıdır. Eser ve yazarlarla ilgili açıklayıcı bilgiler için başlık ve yazar isimlerinin son harfinin üzerine rakam verilmelidir. (Ör.-<sup>1,2</sup> ). Araştırmanın yapıldığı Üniversite, Laboratuvar ve kuruluşun adı ve adresi yazar (lar)'ın adından hemen sonra, 9 punto büyüklüğünde yazılmalı.

**İkinci Dildeki Başlık** : Küçük harflerle (Tabsız ve baş harfleri büyük), 12 punto, koyu (bold) ve ortalananak yazılmalıdır.

**Özet :** Eser, Türkçe “Özet” ve İngilizce “Abstract” içermeli, Abstract’a İngilizce başlık koyulmalıdır. Eser Türkçe yazılmışsa Özet başa, İngilizce yazılmışsa Abstract başa alınmalıdır. Özet ve Abstract konuya hakim olmalı ve 200 kelimeyi geçmemeli. Özeti altına “Anahtar sözcükler” (Bold-Tab’lı), Abstract’ın altına “Key words” (Bold-Tab’lı) verilmeli ve sayıları 3-6’yı geçmemelidir.

**Kaynaklar :** Eserde yararlanılan kaynaklar “ Yazar ve Yıl” sistemine göre verilmelidir. (Ör: Demirsoy (1982)). İki ve ikiden fazla yazarın kaynağı verilmek istenirse, Türkçe ve İngilizce’de “ve, ve ark.” Kullanılmalıdır. Kaynaklar bölümünde tüm yazarlar yazılmalıdır. Eser için de yararlanılan kaynak, eser sonunda “Kaynaklar” başlığı altında soyadına göre alfabetik sırayla dizilmelidir. Alt satırlar 0.5 cm içeriden ve Tab’sız olarak yapılmalı ve kaynaklar arasında boşluk bırakılmamalıdır. Kitap isimleri ile periyodik yayınlar italik yazılmalı .

**Örn.:** Noyan, A., 1988. *Fizyoloji Ders Kitabı*. METEKSAN Ltd. Şt., Ankara .  
1045 s.

Ayvaz, Y., 1991. Çıldır Gölü Kuşları. *Doğa a.Tr.j of Zooloy*,  
15 : 53-58.

**13.** Grafik, harita, fotoğraf, resim v.b. eserde “Şekil” olarak adlandırılmalı, elle çizilmiş olan grafiklerle, resim ve haritalar rapido mürekkebi ile temiz ve koyu olarak çizilmeli, fotoğraflar net baskılı olmalıdır. Sayısal değerler “Çizelge” olarak adlandırılmalıdır. Şekil yazıları Tab’sız olarak alta (9 punto), Çizelge yazıları Tab’sız olarak üste (9 punto) yazılmalı. Çizelgede verilen değerler (rakam ve yazılar) 9 punto olmalıdır.

**Yazışma Adresi :**

Doç.Dr. Hayrettin OKUT (Editör)  
Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri enstitüsü  
65080 VAN

Tel : 0 (432) 2251121