

Akçaova Deresi (Ordu) Riparian Zonunun Makrofit Florası

Tuğba BAYRAK ÖZBUCAK*, Beyhan TAŞ, Öznur ERGEN AKÇİN

Ordu Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Ordu/Türkiye

Özet

Yüzeysel su kaynakları kenarlarında bulunan geçiş zonu ekosistemleri (riparian zon) biyolojik çeşitlilik ve doğal yaşam için oldukça önemli alanlardır. Bu çalışmada, Ordu il sınırları içerisinde bulunan Akçaova Deresi riparian zonunun makrofit florası incelenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda araştırma alanında 37 familya, 70 cins ve bu cinslere ait 82 taksonun tespiti yapılmıştır. Bu taksonların fitocoğrafik bölgelere göre dağılımları şu şekildedir; %34.15'i, Avrupa-Sibirya elementi, %7.3'ü Akdeniz elementi, %1.21'i İran-Turan elementi, %57.34'ü ise geniş yayılışlı ve bölgesi belli olmayanlar şeklindedir. Endemik taksonların sayısı 1 olup, endemizm oranı %1.21'dir.

Anahtar Kelimeler: A6 karesi; dere yatağı; flora; riparian zon

The Macrophyte Flora of Akçaova River (Ordu) Riparian Zone

Abstract

Transition zone ecosystem (riparian zone) which was found in side of superficial water resources are extremely important for wildlife and biodiversity. The research was carried out in Akçaova Stream basin which was found Ordu city boundary. At the end of the study 82 taxa belong to 70 genera and 37 families were determined in research area. The distribution of the taxa phytogeographical regions is as follows; Euro-Siberian elements are 34.15%, Mediterranean elements are 7.3%, Irano-Turanien elements are 1.21%, pluriregionals are 57.34%. Endemism rate is 1.21% with 1 plant in the area.

Keywords: A6 Grid; river basin; flora; riparian zone

*tsiozbucak@hotmail.com

1. GİRİŞ

Türkiye; coğrafi konumu, iklimi, jeolojisi, toprak ve su kaynakları gibi farklı ekolojik değerlerin uygun özellikler taşıması nedeniyle çok zengin bitki ve hayvan varlığına sahiptir. Gerek üç tarafının denizlerle çevrili oluşu, gerekse tatlı su potansiyeli açısından oldukça önemli bir ülkedir. Özellikle Karadeniz Bölgesi'nin tamamında iklim ve jeomorfolojik özellikler nedeniyle çok sayıda akarsular oluşmuştur. Ordu ilindeki akarsular, kaynaklarını sahile paralel uzanan dağlardan alarak, derin ve dik yamaçlı vadilerle kıyıya ulaşır. Bu durum il arazisinin jeolojik yapısından dolayı fazla miktarda erozyona neden olmaktadır. Bu yüzden de sahile ulaştıkları yerlerde küçük düzlükler meydana gelir. Akarsuların eğimleri fazla ve yatakları düzenlenmemiş olduğu için sel karakteri gösterirler.

Akarsu kıyılarına yakın yerlerde yaşayan canlıların gelişmesi ve devamlılığı substrata, eğime ve sedimentin karakteri ile akıntının düzenli olup olmamasına bağlıdır. Optimum şartların bulunduğu yerlerde kıyıda, sudan çıkan bir vejetasyon bölgesi bulunur. Kıyı eğiminin dikçe olduğu yerlerde sudan çıkan bitkili bölge bulunmayabilir (Tanyolaç 2009).

Akarsularda temel primer üreticiler primer su bitkileri olarak adlandırılan mikrofit ve mezofitlerdir, yani alglerdir. Makrofitler ise akarsularda köklenmeye uygun substratumlarda gelişen sekonder su bitkileridir. Bunlar bazı canlılar için gıda, korunma, dinlenme ve üreme alanları, bazı canlılar için substratumdur, tutunma yeri oluşturarak mekanik destek sağlarlar. Yüksek yapılı bitkiler fotosentezle bir üst trofik seviyedeki canlı için enerji oluştururken aynı zamanda suyun oksijenlenmesine de katkı sağlarlar. Primer su bitkileriyle birlikte sekonder su bitkileri akarsu ekosisteminde besin, madde ve enerji döngüsünde önemli bir role sahiptir. Riparian bölgedeki makrofitler detritus olarak akarsuyun alloktomatik enerji kaynağının büyük çoğunluğu oluştururlar.

Riparian kelimesi ekolojide “akarsular, göller ve sulak alanların kenarındaki, serbest drenajlı komşu yamaçlardaki vejetasyondan farklı bir doğal vejetasyon örtüsünün oluşmasını sağlayan yeterlilikte nemliliğe sahip alanlar ve taşkın yatakları” olarak tanımlanmaktadır (Stevens ve ark 1995). Akarsuların aşağı havzalarında akarsu sulak alanları ve riparian zonları mevcut ise burada daha fazla yayılış gösteren makrofitler özellikle alloktan orijinli askıda katı maddelerin, alüvyonların ve diğer ince partiküllerin çökmesini sağlayarak suyun bulanıklığının azalmasında rol oynarlar. Havzadan

noktasal ve noktasal olmayan kaynaklardan gelen besin elementlerini de sudan uzaklaştırarak bir tür biyolojik arıtım yapar ve akarsuyun alt havzasında ötrofikasyon olayını engellerler (Taş ve ark 2015). Su kenarı alanlarındaki mevcut vejetasyon ve kök sistemi toprağı stabil hale getirerek dere, ırmak, gölet, baraj ve nehirlere akan sediment miktarını azaltmakta, su sıcaklığını ılımanlaştırmakta ve alg oluşumlarını engellemektedir (Welsch 1991; Stevens ve ark 1995). Aynı zamanda bu alanlar tatlı sular tarafından desteklenmekte olup insanlar için önemli su kaynakları oluşturmaktadır (Allan 1995; Giller & Malmquist, 1998; Malmquist & Rundle 2002).

Doğu Karadeniz Havzası içinde yer alan Melet Irmağı Havzası ve Bolaman Irmağı Havzası Ordu ilinin en önemli havzalarıdır. Bu havzalar içinde irili ufaklı çok sayıda akarsu bulunmaktadır. Bu akarsuların riparian zonlarının genellikle mansaba yakın kısımlarda olduğu görülmektedir. Melet Irmağı Havzası'nda yer yer çoğu alanda riparian zonlar oluşmuştur. Bu ırmağın kıyı kesimi florasının araştırıldığı bir çalışmada, 59 familyaya ait 136 cins ve 190 takson tanımlanmıştır (Özbucak & Kutbay 2008). Ancak, flora çalışmalarında akarsu geçiş zonu bölgeleri ile ilgili yapılmış çalışmalar çok yetersizdir. Mevcut çalışmanın yapıldığı Akçaova Deresi Melet Havzası içinde ve ırmağın batısında yer alır. Bu çalışmada, Akçaova Deresi riparian alanının bitki çeşitliliğinin tespitinin hem Ordu ili hem de Türkiye florasına katkı yapacağı düşüncesindeyiz. Ayrıca bu tür çalışmalar gerek doğal gerekse insan müdahalesine maruz kalabilen alanlarda daha sonra yapılabilecek çalışmalara karşılaştırma imkânı sağlayacaktır.

2. MATERYAL VE METOT

Akçaova Deresi, Karadeniz Bölgesi'nin Orta Karadeniz Bölümü'nde Ordu ili sınırları içerisinde yer alır ve merkez Altınordu ilçesi ile Perşembe ilçesi arasında doğal sınır oluşturur. Derenin yağış alanı 98 km², kolektör uzunluğu (yatak) 35 km'dir. Akçaova Deresi taşkın ve kıyı oyuntusu zararına neden olabilecek potansiyele sahiptir. Bu nedenle dere yatağının aşağı bölümünde DSİ tarafından ıslah çalışmaları yapılmıştır. Araştırma alanı çevresinde tarım alanları-özellikle fındık, aşağı havzada yerleşim alanları, ekili alanlar, kum-çakıl ocağı, beton fabrikası, atıksu arıtma tesisi, fındık fabrikası gibi tesisler bulunmaktadır. Ekili alanlar daha çok dere kenarındaki küçük cep ovalarda yer almaktadır. Akçaova Deresi fındık tarımının yapıldığı yukarı bölgelerdeki dik vadiler arasından geçerek yerleşim alanlarının yer aldığı alt havzadan Karadeniz'e

dökülmektedir. Derenin yukarı bölümü koruyucu akarsu ekosisteminden (riparian zon) yoksun iken aşağı bölge zengindir. Araştırma alanı Davis'in Grid kareleme sistemine göre A6 karesi içinde bulunmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Araştırma alanının genel görünümü

Akarsu yatağında sürekli suyun aktığı ve en fazla su bulundurduğu zaman suyun ulaştığı yerler bitki toplamak için sınır kabul edilmiştir. Bu alanda gerek kökü su içinde, gerekse su dışında bulunan (set kısmı dâhil) kuru ve çamurlu bölgelerdeki bitkiler örnek materyal olarak toplanmıştır. Bitki örneklerinin tayin edilmesi için toplanan örneklerde kök, gövde, çiçek ve meyve gibi teşhiste önemli rol oynayan yapıların bulunmasına özen gösterilmiştir. Toplanan örnekler herbaryum tekniklerine göre kurutulmuştur. Herbaryum örneklerinin teşhisinde flora kitaplarından faydalanılmıştır (Davis 1965-1985; Güner ve ark 2000; Ekim ve ark 2000). Araştırma alanının florası, Türkiye Florası (Flora of Turkey and The East Aegean Island) adlı eserdeki sıraya göre listelenmiştir. Bu listede bitkinin adı, floristik bölgesi ve endemik olup olmadığı belirtilmiştir.

3. BULGULAR

Araştırma alanı fitocoğrafik bakımdan Avrupa-Sibirya floristik bölgesinin Öksin provensinde yer almaktadır. Bu çalışmada, araştırma alanından 37 familya, 70 cins ve bu cinslere ait 82 taksonun tespiti yapılmıştır. Tespit edilen familyalardan 5 takson Pteridophyta ve 77 takson Spermatophyta bölümüne, 77 takson ise Angiospermae alt sınıfına aittir. Angiospermlerin 77 taksonundan 66'sı Dikotiledon sınıfına, 11'i Monokotiledon sınıfına aittir. Tanımlanan taksonlar aşağıda listelenmiştir.

BİTKİ LİSTESİ

BÖLÜM: PTERIDOPHYTA

EQUISETACEAE

Equisetum ramosissimum Desf., Avr.-Sib. el.

HYPOLPIDACEAE

Pteridium aquilinum (L.) Kuhn

Phyllitis scolopendrium L.

POLYPODIACEA

Polypodium vulgare L.

DRYOPTERIDACEAE

Athyrium filix-femina (L.) Roth

BÖLÜM: SPERMATOPHYTA

ALT BÖLÜM: ANGIOSPERMAE

SINIF: DICOTYLEDONAE

RANUNCULACEAE

Ranunculus muricatus L.

Ranunculus rapens L.

PAPAVERACEA

Chelidonium majus L., Avr.-Sib. el.

Papaver rhoeas L., Avr.-Sib. el.

BRASSICACEAE

Capsella bursa-pastoris L., Avr.-Sib. el.

Nasturtium officinale Boenn. ex Reichenb

Sinapis arvensis L., Avr-Sib. el.

Raphanus raphanistrum L., Avr-Sib. el

CARYOPHYLLACEAE

Holosteum umbellatum L.

Silene italica L., Akd. el.

Stellaria holostea L.

POLYGONACEAE

Rumex crispus L., Avr.-Sib. el.

Rumex conglomeratus Murray, Avr.-Sib. el.

CHENOPODIACEAE

Chenopodium album L., Avr.-Sib. el.

Chenopodium botrys L.

MALVACEAE

Malva neglecta Wallr., Avr-Sib. el.

GERANIACEAE

Geranium purpureum Vill.

Geranium robertianum L.

Geranium sanguineum L.

Geranium molle L. Akd el.

LEGUMINOSAE (FABACEAE)

Galega officinalis L., Avr.-Sib. el.

Medicago orbicularis L. Bart., Akd el.

Medicago xvaria T. Martyn.

Robinia pseudoacaera L., Akd.el.

Trifolium stellatum L.

Trifolium fragiferum L., Avr.-Sib. el.

Trifolium resupinatum L.

Vicia cracca L., Avr.-Sib. el.

ROSACEAE

Rubus canescens DC.

ELAEAGNACEAE

Hippophae rhamnoides L.

UMBELLIFERAE(APIACEAE)

Daucus carota L., Avr.-Sib. el.

CAPRIFLORACEAE

Sambucus nigra L., Avr.-Sib. el.

COMPOSITAE

Anthemis cotula L.

Bellis perennis L., Avr.-Sib. el.

Carduus acicularis Bertol.

Cichorium intyus L.

Lapsana communis L.

Petasites hybridus Mill.

Senecio vulgaris L., Avr.-Sib. el.

Solidago virgaurea L.

Sonchus asper (L.) Hill

Tanacetum partinenium L., Avr.-Sib. el.

Taraxacum macrolepium Schischkin in Grassh.

Xanthium strumarium L. Avr.-Sib. el.

CAMPANULACEAE

Campanula latifolia L.

PRIMULACEAE

Anagallis arvensis L.

SAXIFRAGACEAE

Saxifraga cymbalaria L.

BORAGINACEAE

Myosotis laxa Lehm., Asperif, Avr.-Sib. el

Myosotis lithospermifolia (Willd.) Hornem.

Trachystemon orientalis (L.) G.Don

SOLANACEAE

Datura stramonium L.

SCROPHULARIACEAE

Scrophularia scopolii [Hoppe ex] Pers, Avr.-Sib. el.(Euxine)

Verbascum blattaria L., Avr.-Sib. el.

Veronica beccabunga L.

Veronica chamaedrys L.

LAMIACEAE (LABIATAE)

Glechoma hederacea L., Avr.-Sib. el.

Lamium purpureum L., Avr.-Sib. el.

Salvia verbracca L.

PLANTAGINACEAE

Plantago major L.

EUPHORBIACEAE

Euphorbia helioscopia L., Akd. el.

Euphorbia stricta L., Avr.-Sib. el.

URTICACEAE

Urtica dioica L., Avr.-Sib. el.

BETULACEAE

Alnus glutinosa L. Gaertn., Akd. el. Endemik

SALICACEAE

Populus alba L., Avr.-Sib.el.

Salix alba L., Avr.-Sib. el.

RUBIACEAE

Asperula orientalis Boiss & Hohen. in Boiss, İran-Turan el.

SINIF: MONOCTYLEDONEAE

ARACEAE

Arum italicum P. Mill.

LILIACEAE

Ornithogalum sigmoideum Freng & Sint in Bull., Avr.-Sib. el.

JUNCACEAE

Juncus effusus L.

CYPERACEAE

Cyperus longus L.

POACEAE (GRAMINEAE)

Avena fatua L.

Bromus japonicus Thunb. ex Murr.

Hordeum murinum L.

Poa nemoralis L.

Poa pratensis L.

Alopecurus myosuroides Huds.

TYPHACEAE

Typha domingensis Pers.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Akçaova Deresi riparian alanında mevcut olan taksonların fitocoğrafik bölgelere göre dağılımları şu şekildedir; %34.15 Avrupa-Sibirya elementi, %7.3 Akdeniz elementi, %1.21 İran-Turan elementi, %57.34'ü ise geniş yayılışlı ve bölgesi belli olmayanlar. Endemik taksonların sayısı 1 olup endemizm oranı %1.21'dir (Çizelge 1).

Çizelge 1'deki sonuçlara bakıldığında araştırma alanından toplanan türlerin Avrupa-Sibirya kökenli olduğunu dolayısıyla araştırma alanının bu fitocoğrafik bölgede olduğunu kanıtlamaktadır. Bu sonuçlar aynı fitocoğrafik bölgede yapılan diğer bazı çalışmalar ile benzer sonuçlar göstermektedir (Çizelge 2) (Özbucak ve ark 2006; Özbucak & Kutbay 2008; Deveci 2012).

Araştırma alanında en fazla tür içeren familyalar sırasıyla Asteraceae ve Fabaceae familyalarıdır (Şekil 2, Çizelge 3). Bu familyalar ülkemiz florasında da en fazla türle temsil edilirler. Çizelge 3'de, yapılan çalışma ile diğer bazı çalışmaların en fazla takson içeren familyaları karşılaştırılmıştır. Diğer çalışmalarda da bu familyalar en fazla takson ile temsil edilmektedir. Bu familya üyeleri ülkemiz florasında da diasporları ile en çok yayılabilen familyalar olarak belirtilmektedir.

Dere kenarlarında DSİ ıslah faaliyetleri sonucu yapılan yüksek duvarların diplerinde Pteridophyta'ya ait bitkilerden *Athyrium filix-femina*, *Polypodium vulgare*, *Pteridium aquilinum*, *Phyllitis scolopendrium* gibi bitkiler bulunmaktadır. *Equisetum ramosissimum* ise duvar diplerinden diğerlerine göre daha uzak, kuru kısımlarda bulunmaktadır. Bu duvarların yan kısımları üzerinde *Chenopodium botrys*,

Trachystemon orientalis gibi bazı bitkiler yetişmektedir. Ordu ilinde özellikle fındıklıklar arasında rastlanılan *Arum italicum* (yılanıyastığı) türüne duvar diplerinde de rastlanılmaktadır.

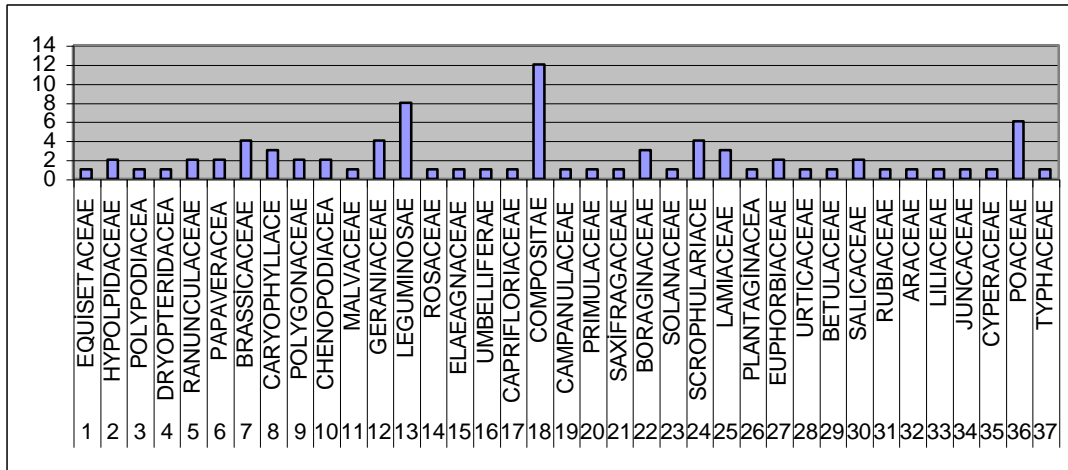
Araştırma alanında en çok tür içeren cinsler, 4 tür ile *Geranium*, 3 tür ile *Trifolium*'dur. Betulaceae familyasına ait *Alnus glutinosa* endemik bir elementtir. Araştırma alanında *Alnus glutinosa*, *Juncus effusus*, *Ranunculus rapens*, *Saxifraga cymbalaria* gibi otsu ve odunsu taksonlar nemli dere vejetasyonunu temsil eden taksonlar olarak göze çarpmaktadır (Türkmen 2002). Polygonaceae familyasına ait olan *Rumex crispus* ise geniş yayılışlı olup dünyanın birçok yerinde doğallaşmıştır.

Özbucak & Kutbay (2008) tarafından yapılan bir çalışmada Melet Irmağı'nın kıyı kesimi florası çalışılmış olup tespit edilen 190 taksonun fitocoğrafik olarak dağılımı ise şu şekilde belirtilmiştir: Avrupa-Sibirya elementi (37 tür; %19.38), Akdeniz elementi (5 tür; %2.63), İran-Turan elementi (7 tür; %3.68) ve geniş yayılışlı ve bölgesi belli olmayanlar (137 tür; %72.1). Endemik taksonların sayısı 6 olup endemizm oranı %3.1 olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda bölgenin floristik olarak zayıf olduğu görülmektedir. Çalışma alanının etrafındaki aşırı otlatma baskısı ve inşaat şantiyesinin neden olduğu tahribat nedeniyle Karadeniz Bölgesi için karakteristik olan pek çok türe alanda rastlanmamıştır (Özbucak & Kutbay 2008). Doğal riparian zonlar çok çeşitli, dinamik ve kompleks karasal alanlar olmalarına rağmen çevresel değişikliklere karşı çok hassas alanlardır (Petts 1990; Naiman & Decamps 1997). Riparian zondaki önemli değişikliklerin komşu habitatlardaki biyolojik komünitelerin çeşitliliğini de önemli ölçüde değiştirebildiği bildirilmiştir (Risser 1990).

Akçaova Deresi'nin alt havzasında yapılan bir araştırmada su kalitesinin I-III. sınıf özellik taşıdığı yani az kirlenmiş/kirlenmiş su özelliği gösterdiği belirtilmiştir (Özoktay 2015). Melet Irmağı'nın alt havzasında da benzer durum söz konusudur (Taş & Kurt 2014; Taş ve ark 2015). Mevcut çalışmada Akçaova Deresi'nin noktasal ve yayılı kaynaklardan gelen bir kirlilik yükü baskısı altında olduğu gözlenmiştir. Tarımsal ve endüstriyel faaliyetler, çevre yolu çalışmaları, dere yatağından kum-çakıl çıkarma işlemleri, geçici işçi konaklama merkezinin derenin hemen kenarında yapılması gibi antropojenik etkiler aşağı havzada kirlilik yükünü oldukça artırmaktadır. Suyun bulanıklığının artması su içi bitkilerinin gelişimi üzerinde olumsuz etkiler yapmaktadır (Şekil 3). Kirlilikle birlikte kurak sezonda su miktarının azalması riparian zondaki bitki

çeşitliliğinin azalmasına, fırsatçı türlerin ise aşırı artışına yol açmaktadır. Bu durum flora ve faunayı olumsuz yönde etkilenmektedir.

Riparian alanlar hem akarsu hem de karasal türler için korunak alanlar olarak yüksek oranda biyoçeşitliliği korumaktadırlar (Risser 1990). Bu alanlar, ekosistem sağlığında önemli rol oynayan biyoçeşitlilik açısından zengin, yaban hayatı açısından da oldukça verimli alanlardır. Kuşlar, memeliler, sürüngenler ve diğer canlılar beslenmek, büyümek, saklanmak ve dinlenmek için bu alanları kullanırlar. Bu alanlardaki bitki çeşitliliği ve fazlalığı su kalitesini olumlu yönde etkilemektedir. Temiz su, yaban hayatı, balık ve insanoğlu için gereklidir. Su kenarı vejetasyonu besin zincirinde üst trofik seviyedeki hayvanlar için besin materyali de sağlamaktadır. Ancak, küresel ısınmanın etkisiyle ılıman kuşakta yer alan ülkemize yeterli miktarda yağış düşmemesi ve akarsulara son zamanlarda yapılan müdahaleler (özellikle akarsu tipi HES'ler, regülâtörler) özellikle alt havzalarda riparian zondaki biyolojik yaşamı negatif yönde etkilemektedir. Bu nedenle, ülkemizde riparian alanların en uygun şekilde planlanması ve uygulamaya aktarılmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Böylece, biyolojik çeşitlilik, ekosistem ve sürdürülebilirliğini esas alan anlaşmaların uygulanabilirliği gerçekleştirilmiş olacaktır. Bu nedenle, akarsulara yakın ya da bitişik doğal sulak alanlar, riparian zonların biyolojik çeşitliliği belirlenmeli, korunmalı ve geliştirilmelidir.



Şekil 2. Tespit edilen familyaların tür dağılımı



Şekil 3. Akçaova Deresi'nde bulanıklık

Çizelge 1. Taksonların fitocoğrafik bölgelere dağılımı ve endemizm oranı

Fitocoğrafik bölge	Akçaova ırmağı	
	Tür sayısı	%
Avrupa-Sibirya	28	%34.15
Akdeniz	6	%7.3
İran-Turan	1	%1.21
Çok bölgeler	46	%57.34
Endemik	1	%1.21

Çizelge 2. Mevcut çalışma ile yakın bölgedeki diğer çalışmaların karşılaştırılması

Fitocoğrafik Bölge	Mevcut çalışma	Özbucak ve ark (2006)	Özbucak & Kutbay (2008)	Deveci (2012)
Avrupa- Sibiry	28 (%34.15)	43 (% 42.58)	37 (%19.38)	219 (%40.56)
Akdeniz	6 (%7,3)	4 (%3,96)	5 (%2.63)	16 (%2,96)
İran-Turan	1 (%1.21)	1 (%0,99)	7 (%3.68)	42 (%7.78)
Diğerleri	46 (%57.34)	53 (%52,48)	137 (%72.1)	251 (%48.70)

Çizelge 3. Araştırma alanındaki en çok takson ihtiva eden familyaların diğer çalışmalarla karşılaştırılması

Familyalar	Mevcut çalışma	Türkmen (2002)	Özbucak ve ark (2006)	Özbucak & Kutbay (2008)
Asteraceae	12	14	13	27
Leguminosae	8	9	8	30
Lamiaceae	3	13	12	20
Poaceae	6	10	2	5
Ranunculaceae	2	6	3	5
Caryophyllaceae	3	5	1	10
Boraginaceae	3	5	2	5
Scrophulariaceae	4	4	4	4
Polygonaceae	1	4	1	4

KAYNAKLAR

- Allan D (1995). *Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters*, Chapman & Hall, London.
- Davis P H (1965-1985). *Flora of Turkey and East Aegean Island Vol I-X*, at the University Pres, Edinburg.
- Ekim T, Koyuncu M, Vural M, Duman H, Aytac & Adıgüzel N (2000). *Türkiye Bitkiler Kırmızı Kitabı Eğrelti ve Tohumlu bitkiler*. Türkiye Tabiatını Koruma Derneği, Ankara.
- Deveci M (2012). An investigation on plant species diversity in Colchic Province (Turkey). *African Journal of Agricultural Research* Vol. **7(5)**, pp. 820-843.
- Giller P S & Malmqvist B (1998). *The Biology of Streams and Rivers*, Oxford University Pres, Oxford.
- Güner A, Özhatay N, Ekim T & Başer K H C (2000). *Flora of Turkey Volume 11*, Edinburgh University Press. Edinburgh.

- Malmqvist B & Rundle S (2002). Threats to the running water ecosystems of the world. *Environ. Conserv* **29**, 134- 153.
- Naiman R J & Decamps H (1997). The ecology of interfaces: Riparian zones. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* **28**, 621- 658.
- Özbucak T B, Kutbay H G & Özbucak S (2006). Ordu İli Boztepe Piknik Alanının Florası. *Ekoloji Dergisi*, **15** (59):37-42.
- Özbucak T B & Kutbay H G (2008). The flora of lower parts of Melet River (Ordu). *International Journal of Natural and Sciences*, **2**(3):79-89.
- Özoktay S (2015). Melet Irmağı, Turnasuyu Deresi ve Akçaova Deresi (Ordu)'nin Aşağı Havzalarında Epifitik Alg Florası ve Su Kalitesinin İncelenmesi. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Danışman: B. Taş, Ordu.
- Petts G E (1990). The role of ecotones in aquatic landscape management. In: Naiman R J Decamps, H. (Eds) *The Ecology and Management of Aquatic-Terrestrial Ecotones*, UNESCO Paris & The parthenon Publishing Group. **227- 261**.
- Risser P G (1990). The ecological importance of land - water ecotones. In: Naiman, R J Decamps, H.(Eds) *The Ecology and Management of Aquatic- Terrestrial Ecotones*, UNESCO Paris & The parthenon Publishing Group. **7-21**
- Stevens V, Backhouse F & Eriksson A (1995). Riparian Management in British Columbia An Important Step Towards Maintaining Biodiversity. Res. Br., B.C. Min. For., Hab. Protect. Br. B.C. *Min. Environ., Lands and Parks*, Victoria, B.C. Work. Pap. **13**.
- Tanyolaç Z (2009). *Limnoloji (Tatlı Su Bilimi)*. Hatipoğlu Yayınları, Ankara.
- Taş B & Kurt I (2014). Aşağı Melet Irmağı'nın (Ordu) Diatomeler Dışındaki Epipelik Alglerinin Çeşitliliği. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, **4**(11):49-63.
- Taş B Yılmaz Ö & Kurt I (2015). Epipellic Diatoms as Indicators of Water Quality in the Lower Part of River Melet (Ordu, Türkiye). *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, **3**(7):610-616.
- Türkmen Z (2002). İyidere Yatağının Makro Florası. KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji Anabilim Dalı, Danışman: O. Beyazoğlu, Trabzon.
- Welsch D J (1991). *Riparian Forest Buffers*. USDA-FS Pub. No. NA-PR-07-91. USDA-FS, Radnor, Penn.

***Helleborus orientalis* Lam. (Ranunculaceae) Türünün Farklı Yükseltlerdeki Bazı Ekolojik ve Anatomik Özelliklerinin Karşılaştırılması**

Tuğba BAYRAK ÖZBUCAK¹, Öznur ERGEN AKÇİN^{1*}, Gülaycan POLAT²

¹Ordu Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Ordu, Türkiye

²Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Ordu, Türkiye

Özet

Bu çalışmada Ordu il sınırları içinde bir yükseklik gradienti boyunca (0m, 500m ve 800 m.) farklı lokalitelerden toplanan tıbbi bir bitki olan *Helleborus orientalis* Lam. (Ranunculaceae) örneklerinin bazı ekolojik ve anatomik özellikleri karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışmaya göre türün N ve P içeriklerinin yükseltiye bağlı olarak değiştiği ancak bu durumun istatistikî olarak önemli olmadığı bulunmuştur ($p>0.05$). *H. orientalis*'in yapraklarındaki N/P oranı bütün yükseltelerde 14'ün altında bulunmuştur ($N/P<14$). Bu sonuçlar çalışma alanlarında N kısıtlaması olduğunu göstermektedir. Toprak analiz sonuçlarına göre 800 m, 500m ve 0 m yükselteleri sırasıyla killi, kumlu-killi-tınlı ve kumlu-tınlı toprağa sahiptir. Ayrıca her üç yükseltinin toprak örnekleri asidik karakterde bulunmuştur. Anatomik olarak yüksekliğe bağlı olarak kutikula kalınlığı, mezofil kalınlığı, epidermis hücrelerinin boyutları, stoma sayısı ve stoma indeksinde farklılıklar olduğu görülmüştür. Kutikula kalınlığı ve mezofil kalınlığı yüksekliğe bağlı olarak belirgin şekilde artmıştır.

Anahtar Kelimeler: *H. orientalis* Lam; ekoloji; anatomi; yükseklik gradienti; Ordu

The Comparison of Some Ecological and Anatomical Properties of *Helleborus orientalis* Lam. (Ranunculaceae) At Different Altitude

Abstract

In this study, some ecological and anatomical characters were compared in medicinal plant *Helleborus orientalis* Lam. (Ranunculaceae) samples collected from different localities in Ordu province (Turkey) along an elevational gradient (0 m, 500 m and 800m). According to the study N and P contents of species varied depend on elevations but there were no found statistically significant ($p>0.05$). The ratio of N/P was found below 14 at all elevations ($N/P<14$). These results indicate N-limitation occurred in the study areas. According to soil analyses, the elevations of 800 m, 500 m and 0 m have clay, sandy-clay-loam and sandy-loam soil, respectively. In anatomically, differences were observed depending on the elevation in between cuticle thickness, mesophyll thickness, the size of epidermal cells, stomata number and stomata index. Thickness of cuticle and mesophyll increased with increases in altitude.

Keywords: *H. orientalis* Lam; ecology; anatomy; elevational gradient; Ordu

*oakcin@gmail.com

GİRİŞ

Ülkemiz coğrafi, iklimsel ve topografik çeşitliliğin oluşturduğu habitat çeşitliliği ve jeolojik devirler boyunca Anadolu anakarasının geçirdiği evrim nedeniyle biyolojik çeşitliliği ile öne

çıkılmaktadır. Türkiye Florası 'na göre, Türkiye; 167 familyaya ait 1321 cins ve 10036 tür ve tür altı taksonu (alt tür ve varyete) ile oldukça zengin bir floraya sahiptir. Ayrıca yurdumuz endemik tür oranı ve çeşitliliği açısından (3750 takson) Orta Doğu'nun da en zengin florasına sahiptir (Ekim et al 2000; Demirayak 2002; Erik&Tarıkahya 2004; Avcı 2005). Yurdumuzun bu zengin florası içinde bulunan bitki türleri gıda, tıbbi, endüstriyel ve ekonomik amaçlarla uzun yıllardan beri kullanılmaktadır. Bitkilerin bu şekilde farklı amaçlar için kullanılışı onlara olan ilgiyi daha da arttırmıştır (Şimşek et al 2002; Gürsoy &Gürsoy 2004; Yılmaz et al 2005).İnsan veya hayvanlarda görülen hastalıkların tedavisinde kullanılan bitkiler "Tıbbi Bitkiler" olarak adlandırılmaktadır. Türkiye'de tıbbi olarak kullanılan bitkilerin sayısı kesin olarak bilinmemekle birlikte, 500 civarında olduğu tahmin edilmekte; yaklaşık 200 tıbbi ve aromatik bitkinin ihraç potansiyelinin olduğu belirtilmektedir (Uyanık et al 2013). Son yıllarda doğal tedavi yöntemlerine olan ilgi tıbbi bitkileri tekrar gündeme getirmiştir.

Ülkemizde siyah harbak, boğça (bohça) otu, dana bağırtan, dana kıran isimleri ile bilinen *Helleborus* (Ranunculaceae) cinsi, Anadolu'nun kuzey ve güneyinde yayılış gösteren iki ayrı tür ile temsil edilmektedir. Cinsin Kuzey Anadolu'da özellikle Karadeniz sahillerinde yayılış gösteren türü *H. orientalis* Lam., Güney Anadolu'da yayılış gösteren türü ise *H. Vesicarius* Auch.'tur (Güley 1960; Tanker & Bingöl 1984). Ormanlık alanlarda ve çalılıklarda yetişen *H. orientalis* halk arasında dana bağırtan, karacaot, akçöpleme, patlak çiçeği gibi yöresel isimlerle bilinen tıbbi özelliklere sahip otsu bir bitkidir (Baytop 1999). Bileşiminde hidrastin, bereberin, glikozit bulunan bitki lohusa sancılarında ağrıkesici olarak kullanılmaktadır (Baytop 1999). Bu nedenle yapılacak bilimsel çalışmalarla herhangi bir bölgede bulunan tıbbi bitkiler ile bu bitkilerin botaniksel ve ekolojik özelliklerinin belirlenmesi önemlidir.

Yapraklar fotosentez, solunum, transpirasyon, gaz değişimi ve besin elementlerinin depolanmasını kapsayan fizyolojik aktiviteyi kontrol eden primer organlar olduğu için yaprak besin elementi içeriği, tüm bitkinin besin elementi durumunu belirlemede çok önemlidir (Xue&Luo 2002). Makro besin maddeleri bitkilerin büyüüp gelişebilmeleri için gerekli olan maddelerdir. Bitkiler makro besin elementlerine büyük miktarlarda ihtiyaç duyarlar (Milosevic et al 2009). Bitkilerde en çok bulunan makro elementlerin başında azot (N) ve fosfor (P) gelmektedir. N ve P, bir ekosistemdeki en fazla kısıtlayıcı niteliğe sahip olan elementlerdir. N ve P kullanımı yönünden bitkiler arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır (Chapin 1980). Azot ve fosfor sadece bitki gelişimini değil toprak sisteminde mikrobiyal popülasyonların gelişimini de sınırlayan asıl elementlerdir. Bunun yanında yapraktaki besin

elementikonsantrasyonları türe, dokunun yaşına, iklim, toprak ve diğer faktörlere göre değişiklik gösterir (Schlesinger 1997; Teklay 2004). Ayrıca vejetasyon, tahribat, topografya gibi faktörler de yapraktaki besin elementi içeriklerini lokaliteye göre değişen şekilde etkiler.

Bazı araştırmacılar tarafından bitkilerin morfolojik ve anatomik özelliklerinin yükseltiden etkilendiğini rapor edilmiştir (Cordell et al 1998; Gönüz ve Özgörücü 1999; Özbucak et al 2013). Yüksekliğe bağlı olarak nem, sıcaklık gibi faktörlerde görülen belirgin farklılıklar morfolojik ve anatomik özelliklerin değişmesine neden olmaktadır. Bu durum su ve besin elementi eksikliği ile sıcaklık değişimi gibi faktörlere karşı verilen cevapların sonucudur (Mueller-Dombois 1980; Vitousek 1982).

Bu çalışmanın amacı Ordu İli'nde farklı yükseltilerde doğal yayılış gösteren önemli bir tıbbi bitki olan *H. orientalis* Lam. türünün N, P dinamikleri ile bazı anatomik özelliklerini yüksekliğe bağlı olarak karşılaştırmaktır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Bu çalışma Ordu İli'nin farklı yükseltilerinden toplanan *H. orientalis* türüne ait örneklerde gerçekleştirilmiştir. Çok yıllık, hemikriptofit hayat formuna sahip bitki, Mart-Mayıs ayları arasında çiçeklenen, çalılık alanlarda ve orman açıklıklarında yaşayabilen, 2200 metreye kadar yayılış gösterebilen bir türdür (Davis 1965). Takson ülkemizde Tubives kayıtlarına göre Karadeniz ve Akdeniz bölgelerinde yayılış göstermektedir (Şekil 1).



Şekil 1. *H. orientalis* bitkisinin doğal ortamındaki görünüşü

2.2. Metot

2.2. 1. Arazi çalışmaları

Daha önce yapılan arazi çalışmaları sırasında farklı yükseltelerde (0 m., 500 m. ve 800 m.) lokaliteleri belirlenen örneklerden 2015 yılı şubat sonunda yaprak ve çiçek örnekleri toplanmıştır. Her yükseltide rastgele en az 3 örnek parsel belirlenmiş ve örnek parsellerin seçiminde yükseklik, yön, vejetasyonun örtü durumu ve parsellerde en az 15 tane bireyin bulunmasına dikkat edilmiştir. Daimi örnek parsellerde rastgele 5 farklı bitki bireyi seçilip bitkilerin seçiminde potansiyel mikro çevre varyasyonundan kaçınmak için komşu bireyler arasında en az 2.5 m mesafe olmasına dikkat edilmiştir (Boerner&Koslowsky 1989). Toplanan bitki örneklerinin tayini Davis'in "Flora of Turkey and East Aegan Island" adlı eserinin 1. cildinden faydalanılarak yapılmıştır (Davis 1965).

2.2.2. Laboratuvar çalışmaları

Laboratuara getirilen örnekler çiçek ve yaprak kısımlarına ayrılarak kimyasal analizler için 70°C de 48 saat etüvde bırakılmıştır. Yaprak örneklerinin bir kısmı ise anatomik çalışmalar için % 70'lik alkole konularak tespit edilmiştir. Bitki numunelerindeki azot konsantrasyonları MikroKjeldahl metodu ile fosfor analizi ise yaş yakma metodu ile belirlenmiştir (Allen et al 1986). İstatistiksel analizler Minitab 17 paket programında yapılmıştır.

Anatomik incelemelerde örneklerin yapraklarından hem enine hem de yüzeysel kesitler elde alınmıştır. Alınan kesitler gliserin jelatin metodu kullanılarak daimi preparat haline getirilmiştir (Vardar 1998). Anatomik incelemelerde türün yaprak kesitlerinde üst ve alt epidermis hücre sayı ve boyutları, stoma sayı ve boyutları ile kutikula ve mezofil tabakalarının kalınlıkları NIS Elements Imaging Software 3.00 SP5 programı kullanılarak ölçülmüştür. Türlerin anatomik kesitlerinin fotoğrafları Nikon FDX-35 marka mikroskop ile çekilmiştir. Bitkilerdeki stoma adedi bitkinin aynı yaştaki yapraklarının alt ve üst yüzeylerindeki 1mm²'ye düşen stoma ve epiderma hücre sayıları NIS Elements Imaging Software 3.00 SP5 programı ile sayılarak bulunmuş, stoma indeksi hesaplanmıştır (Meidner ve Mansfield 1968).

Çalışmanın yapıldığı bölgelerde 0-20 cm. derinlikten alınan toprak örneklerinde fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Organik madde (%) Walkkey – Black metodu ile N (%) mikro-Kjeldahl metodu ile, P (%) amonyum-molibdat- Stannusklorid metodu ile K (%), Ca (%) ve

Mg (%) ise atomik absorpsiyon spektrofotometre ile belirlenmiştir. Topraktaki % nem miktarı ise toprağın yaş ve kuru ağırlık farkının belirlenmesi ile ortaya konulmuştur. Toprak tekstür analizi Bouyoucus hidrometre metodu ile toprak pH'sı pH metre ile ölçülmüştür (Kaçar 1984).

3.BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. N, P Dinamikleri ile ilgili bulgular

H. orientalis türünün generatif dönemin başlangıcında toplanan örneklerinin çiçek ve yaprak kısımlarının N ve P içeriklerinin yükseltiye bağlı olarak değiştiği görülmektedir. Yapılan istatistik analizler sonucunda yükseltiye bağlı olarak hem yaprak N, P içeriklerinin hem de çiçek N, P içeriklerinin önemli olmadığı bulunmuştur (Çizelge 1,2,3,4). Bazı yaprak döken türlerde N ve P içeriklerinin düşük yükseltilerde yüksek olduğu belirtilmiştir buna rağmen herdem yeşil türlerde yüksekliğe bağlı olarak N ve P içeriğinin genelde arttığı bulunmuştur (Hevia et al 1999;Kutbay & Ok 2003, Türkiş&Özbucak 2010, Kılıç 2010).Bazı yüksek rakımlarda bulunan yaprak döken türlerde düşük N ve P konsantrasyonları bulunmuştur (Hevia et al 1999; Özbucak et al 2011). Bilgin et al (2004), N ve P makro elementlerinin konsantrasyonunun yükseklik gradienti boyunca değiştiğini, topografikgradient boyunca önemli değişiklikler gözlendiğini belirtmişlerdir. Mevcut çalışmada da *H. orientalis*'tede yükseklik arttıkça N ve P içeriklerinin nispeten azaldığı gözlenmiştir. Bununla beraber düşük nem oranı (del Arco et al 1991) ve sınırlı miktardaki ışık şiddeti gibi çevresel faktörler özellikle azotun emilimini azaltabilmektedir (De Mars &Boerner 1997).

3 farklı yükseltiden alınan *H. orientalis* örneklerinin yaprak ve çiçek kısmına ait tanıtıcı istatistik değerleri ve varyans analizi sonuçları çizelge 3 ve 4'de verilmiştir. Çizelgeler incelendiğinde, yapılan varyans analizi sonucunda bölgeler arasındaki farklılığın istatistik olarak önemli olmadığı görülmektedir ($p>0.05$).

N, P içerikleri yönünden yaprak ve çiçek kısımları değerlendirildiğinde çiçek kısımlarının içeriğinin yaprağa göre daha yüksek olduğu görülmüştür (Çizelge 3,4). Bu durum makro elementlerin bitkinin çiçek kısımlarına transfer edilip orada bir havuz gibi biriktirilmesinden kaynaklanmış olabilir (Kılınç et al 2005). Ayrıca bitki kısımları arasında P içeriğinin N içeriğine göre yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1,2,3,4). Bunun nedeni besin elementlerinin floem hareketliliği ile ilgili olabilir. Floem hareketliliği açısından besin

elementleri $N > P$ şeklinde sıralanır. Bu durum bitki kısımları arasında daha yavaş hareket eden P elementinin daha yüksek miktarda bulunmuş olmasının sebebi olabilir.

Yeşil yaprakların N/P oranı bir türün besin elementi kullanılabilirliğini göstermesi açısından önemli bir göstergesi olarak kabul edilir ve mineral beslenme açısından ayrı ayrı N ve P konsantrasyonlarından daha önemlidir. N ve P elementleri arasında sürekli bir rekabet söz konusudur (Güsewell 2005). $N/P < 14$ ise ortamda azot yönünden kısıtlama vardır. Eğer $N/P > 12.5$ ise ortamda fosfor yönünden kısıtlama vardır (Aerts & Chapin 2000). *H. orientalis*'in yapraklarındaki N/P oranı değerlendirildiğinde bütün yükseltelerde N yönünden bir kısıtlama olduğu görülmektedir (Çizelge 5). Bu da bitkide N kaybını önlemek için N transferinin etkili olduğunu gösterir. Ayrıca yapraklardaki N konsantrasyonlarına bakıldığında en yüksek N içeriğine sahip olan 0 m. lokalitesinde N/P oranının en küçük değerde olduğu yani azot kısıtlamasının burada en fazla olduğu görülmektedir (Çizelge 1, 5). Bunun nedeni yüksekliğe bağlı olarak nemin azalması ve bunun sonucunda N ve P mekanizmalarının devreye girmesi olabilir (Özbucak et al 2009).

Çizelge 6'da toprak analiz sonuçları verilmiştir. Bu sonuçlara göre deniz seviyesi lokalitesi kumlu-tınlı, 500 m. lokalitesi kumlu-killi-tınlı, 800 m. lokalitesi ise killi toprak özelliği göstermektedir. Her üç yükselti pH bakımından asidik özelliktedir. Yükseltelere göre yarıyıllık P miktarının deniz seviyesi ve 500 m. lokalitelerinde yüksek, 800 m. de ise düşük olduğu belirlenmiştir. Organik madde içeriği her üç yükseltide de yüksek bulunmuş olup, % N konsantrasyonu açısından ise 800 m. diğer lokalitelerden daha yüksek değerler göstermektedir. Toprak özelliklerindeki değişikliklerin yükselti farklılıklarına bağlı olarak görülen sıcaklık, yağış ve diğer abiyotik faktörlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Toprak sonuçlarını değerlendirmede topografik değişkenler vejetasyon tipinden daha önemlidir (Bilgin et al 2015). Yapılan bazı çalışmalarda da toplam N, P, toprak su içeriği ve organik madde içeriğinin yükseklik gradienti boyunca arttığı rapor edilmiştir (Kılıç et al 2010; Bilgin et al 2015). Bizim çalışmamızda da toplam N içeriği en yüksek lokalitede en büyük değerdedir. Aksine toprak P değerleri bu lokalitede en düşük değerde olup, bu durum bitkideki P düşüklüğünün nedeni olabilir. Hevia et al (1999), yüksekliğin artmasıyla birlikte toprak verimliliğinin azaldığını bildirmişlerdir. Diğer bazı araştırmacılar ise toprak ve bitki besin element seviyeleri arasında pozitif korelasyonlar bulmuşlardır (Powers 1984; Johnson et al 1987). Toprak azot konsantrasyonu bitki azot konsantrasyonunu etkilemekte ve bu geri

bildirim bitki gelişimini, net primer verimliliğini ve ekosistem verimliliğini değiştirebilmektedir (Yuan et al 2005).

Çizelge 1. Yaprak N içeriği için tanıtıcı istatistik değerleri ve varyans analizi sonuçları

Yükselti	n	Ortalama±Std.Hata	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	P-Değeri
0 m.	3	0.280±0.032	0.056	0.224	0.336	
500 m.	3	0.243±0.019	0.032	0.224	0.280	0.502 ^{ös}
800 m.	3	0.224±0.032	0.056	0.168	0.280	

^{ös}, Varyans analizi sonucuna göre bölgeler arasındaki farklılık istatistik olarak önemli değildir ($p>0.05$).

Çizelge 2. Çiçek N içeriği için tanıtıcı istatistik değerleri ve varyans analizi sonuçları

Yükselti	n	Ortalama±Std.Hata	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	P-Değeri
0 m.	3	0.299±0.019	0.032	0.280	0.336	
500 m.	3	0.243±0.037	0.065	0.168	0.280	0.250 ^{ös}
800 m.	3	0.299±0.019	0.032	0.280	0.336	

^{ös}, Varyans analizi sonucuna göre bölgeler arasındaki farklılık istatistik olarak önemli değildir ($p>0.05$).

Çizelge 3. Yaprak P içeriği için tanıtıcı istatistik değerleri ve varyans analizi sonuçları

Yükselti	n	Ortalama±Std.Hata	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	P-Değeri
0 m.	3	0.054±0.005	0.009	0.047	0.064	
500 m.	3	0.035±0.001	0.002	0.033	0.037	0.099
800 m.	3	0.040±0.006	0.010	0.031	0.051	

Çizelge 4. Çiçek P (%)sonuçları için tanıtıcı istatistik değerleri ve varyans analizi sonuçları

Yükselti	n	Ortalama±Std.Hata	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	P-Değeri
0 m.	3	0.062±0.004	0.007	0.057	0.070	
500 m.	3	0.048±0.002	0.004	0.044	0.052	0.203
800 m.	3	0.063±0.008	0.014	0.047	0.073	

Çizelge 5. *H. orientalis* 'in yapraklarında yükseltiye bağlı N/P oranları

Tür	Yükselti	N/P
<i>H. orientalis</i>	0 m	5,18<14
	500 m	6.94<14
	800 m	5,6<14

Çizelge 6 Lokalitelere göre toprak analiz sonuçları

	0 m.	500 m.	800 m.
Tekstür	Kumlu-Tınlı	Kumlu-Killi-Tınlı	Killi
pH	6,10 (Asit)	5,71(Asit)	6,06 (Asit)
Tuz (%)	0,028 (Tuzsuz)	0,047 (Tuzsuz)	1,23 (Tuzsuz)
Yarayışlı P(kg/da)	14,46 (Fazla)	15,23(Çok fazla)	4,29 (Az)
Organik madde%	1,45 (Orta)	3,51(Yüksek)	3,13 (Yüksek)
%N	0,28 (Normal)	0,23(Normal)	0,51(Normal)

3.2. Anatomik Bulgular

Türün yaprakları bifasiyal tiptedir. Yaprakların alt ve üst yüzeyleri kalın kütikula tabakası ile kaplıdır. Üst epidermis ve alt epidermis tabakası dikdörtgenimsi, tek sıralı hücrelerden oluşmuştur. Palizat parankiması genelde tek sıralıdır. 800 m lokalitesindeki bitkilerde 1-2 sıralı parankima tabakası görülmektedir. Sünger parankiması 5-6 sıralı parankimatik hücrelerden oluşmuştur. İletim demetleri belirgin demet kını hücreleri ile çevrilidir. Yaprakların sadece alt yüzeyinde stomalar bulunmaktadır. Stomalar anizositik veya anomositik tiptedir (Şekil 2 A-I). Üç farklı yükseklikteki bitkilerin yapraklarından alınan enine kesitlerde deniz seviyesindeki bitkilerin yaprak kütikula kalınlığı $8.26 \pm 1.33 \mu\text{m}$, mezofil kalınlığı $265.78 \pm 5.27 \mu\text{m}$ olarak bulunmuştur. Palizat parankiması tabakası $72.57 \pm 3.45 \mu\text{m}$, sünger parankiması tabakası $170.20 \pm 5.38 \mu\text{m}$ kalınlığındadır. 500 m'de yetişen bitkilerin yaprakları $10.53 \pm 1.19 \mu\text{m}$ kalınlığında kütikulaya ve $267.75 \pm 5.70 \mu\text{m}$ kalınlığında mezofil tabakasına sahiptir. Bu bitkilerin yaprak kalınlıkları $352.88 \pm 8.15 \mu\text{m}$ olarak bulunmuştur. Denizden 800 m yükseklikteki bitki yapraklarında kütikula kalınlığının $11.15 \pm 1.29 \mu\text{m}$, mezofil kalınlığının ise $284.78 \pm 9.38 \mu\text{m}$ olduğu görülmüştür. Palizat parankiması tabakası $130.94 \pm 10.65 \mu\text{m}$, sünger parankiması tabakası $156.52 \pm 4.80 \mu\text{m}$ kalınlığındadır. Deniz seviyesinden yukarıya doğru üst epidermis hücreleri sırası ile $35.36 \pm 6.23 \times 69.80 \pm 8.36 \mu\text{m}$, $58.59 \pm 9.59 \times 105.13 \pm 13.41 \mu\text{m}$ ve $73.91 \pm 12.27 \times 130.13 \pm 17.02 \mu\text{m}$ ebatlarındadır. Alt yüzeyde 1 mm^2 de bulunan stoma sayısı 800 m'de 12 olarak bulunmuştur. Stoma indeksi deniz seviyesindeki örneklerde 37.5, 500 m yükseklikteki bitkilerde 33.3, 800 m yükseklikteki bitkilerde 32.43'dür (Çizelge 7-8). Bitki yaprakları yüksek yerlerdeki olumsuz koşullara kütikularını kalınlaştırarak cevap verirler. İncelediğimiz *H. orientalis* bitkisinde de yüksekliğe bağlı olarak belirgin anatomik farklılıklar görülmüştür. Yükseklik arttıkça yaprakların kütikula kalınlığı ve mezofil kalınlığında bir artış olmaktadır. Gönüz ve Özörgücü (1999) *Origanum onites* L. türünde yükseklik arttıkça kütikula tabakasında ve mezofil tabakasında kalınlaşma olduğunu belirtmişlerdir. İncelediğimiz türde genellikle üst ve alt epidermis hücrelerinin ebatlarının yüksekliğe bağlı olarak arttığı görülmüştür. Sadece 500m yükseklikteki yaprakların alt epidermalarında bir farklılık görülmüştür. Yükseklik arttıkça parankima tabakası kalınlığında artış olurken sünger parankiması tabakasında ise azalma görülmüştür. Belirli alandaki stoma sayısı yükseklikle ters orantılıdır. Yükseklik arttıkça stoma sayısında azalma görülmektedir. Özbucak et aladaşları (2013) *Tiliarubra* Dc. subsp. *caucasica* (Rupr.) V. Engler taksonunda benzer

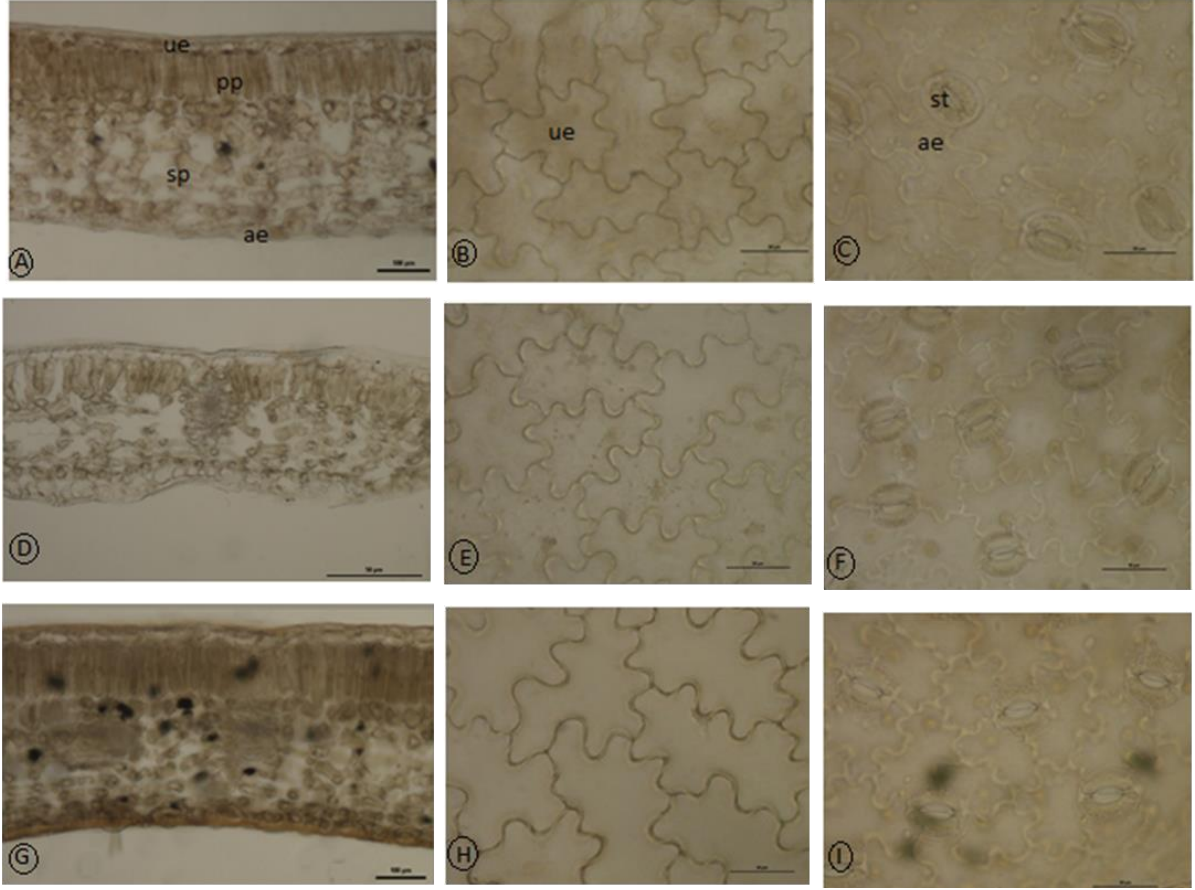
sonuçlar bulmuşlardır. Yükseklik arttıkça stoma sayısı azalmış, kutikula ve mezofil kalınlığı artmıştır. *H. orientalis* türünde stoma indeksinde de yüksekliğe bağlı olarak değişiklikler görülmüştür.

Çizelge 7. *H. orientalis* türünün yaprak anatomik özellikleri

ÖZELLİKLER	0 m.		500 m.		800 m.	
	En/çap Ortalama ± SE	Boy Ortalama ± SE	En/çap Ortalama ± SE	Boy Ortalama ± SE	En/çap Ortalama ± SE	Boy Ortalama ± SE
Kutikula Kalınlığı	8.26±1.33	-	10.53±1.19	-	11.15±1.29	-
Üst Epidermishüc.	35.36±6.23	69.80±8.36	58.59±9.59	105.13±13.41	73.91±12.27	130.13±17.02
Alt Epidermishüc.	50.26±15.79	92.48±18.82	43.45±11.22	83.81±11.77	67.56±16.13	129.41±14.22
Palizat par. kalınlığı	72.57±3.45	-	87.84±9.15	-	130.94±10.65	-
Sünger par. kalınlığı	170.20±5.38	-	163.10±5.25	-	156.52±4.80	-
Mezofil Kalınlığı	265.78±5.27	-	267.75±5.70	-	284.78±9.38	-
Yaprak kalınlığı	327.51±10.35	-	352.88±8.15	-	369.83±8.79	-

Çizelge 8. *H. orientalis* türünün yaprak üst ve alt yüzeylerinin stoma ve epiderma özellikleri

ÖZELLİKLER	0 m.		500 m.		800 m.	
	Yaprak üst yüzey Ortalama± SH	Yaprak alt yüzey Ortalama± SH	Yaprak üst yüzey Ortalama± SH	Yaprak alt yüzey Ortalama± SH	Yaprak üst yüzey Ortalama± SH	Yaprak alt yüzey Ortalama± SH
Epidermis hücre sayısı (1 mm ²)	22.5	25	25	30	20	20
Stoma hücre sayısı (1 mm ²)	-	15	-	15	-	12
Stoma hücreleri en (µm)	-	36.597±2.949	-	36.328±2.111	-	41.192±2.306
Stoma hücreleri boy (µm)	-	44.679±2.967	-	45.241±2.347	-	48.079 ±2.332
Stoma indeksi	-	37.5	-	33.3	-	32.43



Şekil 2. *H. orientalis* bitkisinin yaprak enine ve yüzeysel kesitleri (Üst yüzey-alt yüzey). A-C) 0 m, D-F) 500 m, G-I) 800 m, ue – üstepidermis, pp – palizat parankiması, sp – sünger parankiması, ae – alt epidermis, st – stoma. Bar (A,G): 100 µm, Bar (B-F, H-I):50 µm

4. SONUÇ

Yapılan bu çalışmada *Helleborus orientalis* türünün anatomik ve ekolojik özelliklerinin farklı yükseltilerde değiştiği görülmektedir. Bitkilerin bazı morfolojik, anatomik ve ekolojik özelliklerinin doğal farklılıklara ve iklim değişikliklerine göre değiştiği bilinmektedir. Özellikle yüksekliğe bağlı olarak bitkilerde belirgin morfolojik ve anatomik farklılıklar görülmektedir (Cordell et al 1998; Gönüz ve Özgörücü 1999; Özbucak et al 2013). Bunun nedeni yüksekliğe bağlı olarak nem, sıcaklık gibi faktörlerdeki değişiklikler olabilir. Bu çalışma sonucunda elde edilen verilerin bu bitki ile ilgili daha sonra yapılacak çalışmalara katkı sağlayacağı düşüncesindeyiz.

KAYNAKLAR

- Aerts R & Chapin FS III (2000).The mineral nutrition of wild plants revisited: a re-evolution of Processes and patterns. *Advanced Ecological Research*30: 1-67
- Allen S E, Grimshaw H M, Parkinson J A, Quamby C & Roberts J D (1986). Chemical Analysis. In: Method in Plant Ecology (Eds., Chapman, S.B.) Black well Scientific Publications Oxford, pp. 411-466
- Avcı M (2005). Çeşitlilik ve endemizm açısından Türkiye'nin bitki örtüsü. İ.Ü. Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, *Coğrafya Dergisi*13: 27-55
- Baytop T (1999). Türkiye'de bitkiler ile tedavi, geçmişte ve bugün (İkinci baskı). Nobel Tıp Kitapevi, İstanbul
- Bilgin A, Yalçın E, Kutbay H G & Kök T (2004) Foliar N and P dynamics of *Heracleum platytaenium* (Apiaceae) in relation to edaphic characteristics along an elevation gradient in northern Turkey. *Annales Botanici Fennici* 41: 85–93.
- Bilgin, A, Zeren, Y & Güzel Ş (2016). Foliar N and P resorption and nutrient (N, C, P, and S) contents of *Vaccinium arctostaphylos* L. and *Vaccinium myrtillus* L. from East Black Sea region of Turkey. *Turkish Journal of Botany* 40:137-146
- Boerner REJ & Koslowsky SD (1989). Microsite variations in soil chemistry and nitrogen mineralization in a beech maple forest. *Soil Biology and Biochemistry* 21(6):795-801
- Chapin F.S (1980). The mineral nutrition of wild plants. *Annual Review Ecology Systematics* 11:233-260
- Cordell S, Goldstein G, Mueller-Dombois D, Webb D & Vitousek PM (1998). Physiological and morphological variation in *Metrosideros polymorpha*, a dominant Hawaiian tree species, along an altitudinal gradient: the role of Phenotypic plasticity. *Oecologia* 113: 188–196
- Davis P H (1965). Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol. 1, Edinburgh University Press, Edinburgh
- Del Arco J M, Escudero A & Garrido M V (1991). Effects of site characteristics on N retranslocation from senescent leaves. *Ecology* 72: 701–708.
- DeMars B G & Boerner R E J (1997). Foliar nutrient dynamics and resorption in naturalized *Lonicera maackii* (Caprifoliaceae) populations in Ohio, USA. *American Journal of Botany* 84: 112–117.
- Demirayak F (2002). Biyolojik çeşitlilik-Doğa koruma ve sürdürülebilir kalkınma. TÜBİTAK Vizyon 2023 Projesi Çevre ve Sürdürülebilir Kalkınma Paneli Ekim T, Koyuncu M, Vural M, Duman H, Aytaç Z & Adıgüzel N (2000). Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı (Eğrelti ve Tohumlu Bitkiler), Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Türkiye Tabiatını Koruma Derneği, Ankara
- Erik S & Tarıkahya B (2004). Türkiye Florası Üzerine. *Kebikeç*17: 139- 164
- Gönüz A & Özgücü B (1999). An investigation on the morphology, anatomy and ecology of *Origanum onites* L. *Turkey Journal of Botany*23(1): 19-32
- Güley M (1960). Memleketimizde Yetişen Helleborus'lar. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları* 7(3): 114-123
- Gürsoy O V & Gürsoy U K (2004). Anadolu'da diş ve dişeti ile ilgili hastalıkların tedavisinde halk arasında yaygın olarak kullanılan bitkiler, kullanım şekilleri ve bitkisel özellikleri. *Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 7 (1)
- Güswell S (2005). Nutrient resorption of wetland graminoids is related to the type of Nutrient limitation. *Functional Ecology* 19(2):344–354

- Hevia F, Minoletti M L, Decker KLM & Boerner RE J (1999). Foliar nitrogen and Phosphorus dynamics of three Chilean *Nothofagus* (Fagaceae) species in relation to leaf life span. *American Journal of Botany* 86(3): 447–45
- Johnson J E, Haag C L, Bockheim J G & Erdmann GG (1987). Soil-site relationship and soil characteristics associated with even-aged red maple (*Acer rubrum*) stands in Wisconsin and Michigan. *Forest Ecol Manag* 21: 75–89
- Kaçar B(1984). Bitki Analizleri. Ankara Üniversitesi Basımevi. Ankara
- Kılıç DD, Kutbay HG, Özbucak T, Huseyinova R (2010) Foliarresorption in *Quercus petraea* subsp. *iberica* and *Arbutus andrachne* along an elevational gradient. *Annals of Forest Science* 67: 213-220
- Kılınç M, Kutbay H G, Hüseyinova R, Bilgin A & Kılıç D D (2005). Ecological Properties of The Medicinal Plant *Helleborus orientalis* Lam. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 8(5):754-758
- Kutbay H G&Ok T (2003). Foliar N and P resorption and nutrient levels along an Elevational gradient in *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *Macrocarpa* (Sibth. &Sm.)Ball. *Annals of Forest Science* 60(5):449–454
- Meidner H & Mansfield T A (1968). Physiology of Stomata. McGraw-Hill, London
- Milosevic T, Milosevic N, Glisic I & Paunovic G (2009). Leaf nutritional status and Macro nutrient dynamics in European hazelnut (*Corylus avellana* L.) under western Serbian condition *Pakistan Journal of Botany* 41(6): 3169-3178
- Mueller-Dombois D (1980). The Ohiadie-back phenomenon in the Hawaiian rainforest. The Recovery Process in Damaged Ecosystems, pp. 153-161
- Özbucak, T.B., Kutbay, H. ve Türkiş, S., 2009. Annual N And P Nutrient Levels And Foliar Resorption in *Alnus glutinosa* subsp. *glutinosa* (Betulaceae) Leaves. *Journal of Applied Biological Sciences* 3 (1): 08-13.
- Özbucak T B, Kutbay H G, Yalçın S & Kılıç D D (2011). Foliar Nitrogen (N), Phosphorus (P) Dynamics, and Foliar Resorption of *Corylus avellana* var. *avellana*. *Ekoloji* 20 (81): 1–7
- Özbucak TB, Akçin ÖE & Ertürk Ö (2013). The change in ecological, Anatomical and Antimicrobiological properties of the medicinal plant *Tilia rubra* Dc. subsp. *caucasica* (rupr.) V. Engler along an elevational gradient. *Pakistan Journal of Botany* 45(5): 1735-1742
- Powers R F (1984). Estimating soil nitrogen availability through soil and foliar analysis. In: Stone EL, editor. Forest Soils and Treatment Impacts: *Proceedings of the Sixth North American Forest Soils Conference*. University of Tennessee: Knoxville, TN, USA, pp. 353–379.
- Schlesinger W H (1997). Biogeochemistry: An Analysis of Global Change. 2d ed. Academic Press, pp. 588
- Şimşek I, Aytekin F, Yeşilada E & Yıldırım Ş (2002). Anadolu’da Halk arasında bitkilerin Kullanılış amaçları üzerinde etnobotanik bir çalışma. 14. *Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, Bildiriler*, 29-31 Mayıs, Eskişehir
- Tanker N & Bingöl F (1984). Türkiye’de yetişen *Helleborus* L. türleri üzerinde farmasötik botanik yönünden araştırmalar. *Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi* 14-25
- Teklay T (2004). Seasonal dynamics in the concentrations of macronutrients and organic constituents in green and senesced leaves of three agro forestry species in southern Ethiopia. *Plant and Soil* 267: 297-307
- Turkic S & Özbucak T (2010). Foliar resorption and chlorophyll content in leaves of *Cistus creticus* L. (Cistaceae) along an elevational gradient in Turkey. *Acta Botanica Croatica* 69 (2): 275–290

- Uyanık M, Kara Ş M, Gürbüz B & Özgen Y(2013). Türkiye’de bitki çeşitliliği ve endemizm. Özet Kitabı. *Ekoloji Sempozyumu*.2-4 Mayıs, Tekirdağ, 197
- Vardar Y(1998). Botanikte preparasyon teknikleri. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Baskı İşleri, İzmir, 112
- Vitousek P(1982). Nutrient cycling and nutrient use efficiency. *American Naturalist* 119(4): 553- 572
- Yılmaz N, Deveci M, Dede Ö & Şekeroğlu N (2005). Ordu İli'nde doğal olarak yetişen tıbbi ve aromatik bitkilerin tespiti, Kullanılma alanları ve yetiştirme koşullarının belirlenmesi Türkiye VI. *Tarla Bitkileri 186 Kongresi, Bildiriler Kitabı*, Antalya. 1: 517-52
- Xue L & Luo S., 2002. Seasonal changes in the nutrient concentrations of leaves and litter in a Young *Cryptomeria japonica* and, *Scandinavian Journal of Forest Research*. 17(6): 495-500
- Yuan Z Y, Li LH, Han X G, Huang J H, Jiang G M & Wan SQ (2005). Soil characteristics and nutrient resorption in *Salix krylovii* native to northern China. *Plant Soil* 273: 257–268.

Giresun İli Balıkçılığına Genel Bir Bakış

Naciye ERDOĞAN SAĞLAM^{1*}, Serap ÇALIK¹

¹Ordu Üniversitesi, Fatsa Deniz Bilimleri Fakültesi, Balıkçılık Teknolojisi
Mühendisliği, Fatsa/ORDU

Özet

Bu çalışma, Giresun İli balıkçılığının mevcut durumunun ve problemlerinin tespit edilmesi amacıyla yapılmıştır. Giresun ilinde kayıtlı 545 adet tekne içerisinde rasgele seçilen 96 teknede balıkçılık ve sorunları ile ilgili 13 soru içeren bir anket uygulanmıştır. Ankete katılan balıkçıların önemli bir kısmı avlanma sezonu, kalifiye eleman, pazarlama, kapasite ve yakıt fiyatları ile ilgili sorun yaşadıklarını ifade etmişlerdir.

Anahtar Kelimeler: Balıkçılık, Giresun, Karadeniz

An Overview of Fisheries in Giresun

Abstract

This study was conducted to demonstrate the current status and the problems of the fishery in Giresun. For this purpose a survey were applied on randomly selected 96 fishing vessels out of 545. The survey was consisting of 13 questions which were about the fishery and its problems. The majority of the participant in the survey expressed their problems as the limited fishing season, lack of qualified persons, inadequate capacity in fishing vessel and high oil price.

Key Words: Fishery, Giresun, Blacksea

*nes-34@hotmail.com

1.GİRİŞ

Türkiye, sahip olduğu denizel balıkçılık kaynakları ile verimlilik açısından Karadeniz'in de dahil olduğu, Akdeniz sular sistemi içinde çok önemli bir yere sahiptir (Kınacıgil ve İlkayaz 1997). 2013 ve 2014 yılı istatistikleri dikkate alındığında yıllık ortalama 600 bin ton su ürünleri üretimini, 8.333 km'lik kıyı şeridi, 177.714 km'lik akarsu, irili ufaklı 200

doğal gölün 100'ünde avcılık faaliyetleri ile deniz ve kara işletmelerindeki yetiştiricilik faaliyetlerinden sağlamaktadır.

Ülkemizde su ürünleri üretimine baktığımızda, 2014 yılı verilerine göre deniz ürünleri 266.077,6 ton, yetiştiricilik 235.133 ton, tatlı su ürünleri 36.134 ton olmuştur. Deniz balıklarında 59.601,9 ton ile hamsi, yetiştiricilikte 107.983 ton ile alabalık (denizde yetiştiricilik), tatlı su balıklarında 8.310 ton ile inci kefali birinci sırada yer almaktadır (TÜİK, 2014).

Giresun'da balıkçılık, balık sürülerini izlemeye dayanan kıyı balıkçılığı biçiminde yürütülmektedir. Çoğunlukla avcılığı yapılan türler mezgit, barbun, kalkan, izmarit, iskorpit istavrit ve palamut olup, dönemsel olarak deniz salyangozu avcılığıdır. Giresun ilinde avcılık yoluyla 350 ton, yetiştiricilik yoluyla 250 ton ve tatlı sulardan 13 ton su ürünleri üretimi gerçekleşmiştir (TÜİK, 2013).

Giresun ili sınırları içerisinde faaliyet gösteren su ürünleri işleme tesislerinde üretilen şoklanmış hamsi ve istavrit balığı, özellikle İtalya, Fransa ve Mısır gibi, Avrupa ve Asya ülkelerine ihraç edilmektedir. Ayrıca deniz salyangozu eti de ihraç edilen su ürünleri arasında yer almaktadır.

Ülkemizde toplam kayıtlı balıkçı gemisinin % 3'ü Giresun'da bulunmakta olup, il genelinde, boyları, 0-10 m arası 521, 10-12 m arası 24, 12 m ve üzeri 18 olmak üzere toplam 563 adet tekne balıkçılık sektöründe faaliyet göstermektedir (S Soyer ile yüzyüze görüşme, 2016). Balık türüne ve mevsime göre değişmekle birlikte her teknede 2-4 kişinin çalıştığı düşünüldüğünde, yaklaşık 1700 kişinin geçimini denizden sağladığı ortaya çıkmaktadır.

Denizlerimizden sağlanan üretimin gerek yüksek besin değerine sahip alternatif besin maddesi olması gerekse ülke ekonomisine katkısı bu sektörün önemini ortaya koymaktadır. Bu nedenle balıkçılıkla ilgili sorunların ortaya konulması, bilimsel ve yasal çalışmalar ışığında çözüm yollarının bulunması önem arz etmektedir.

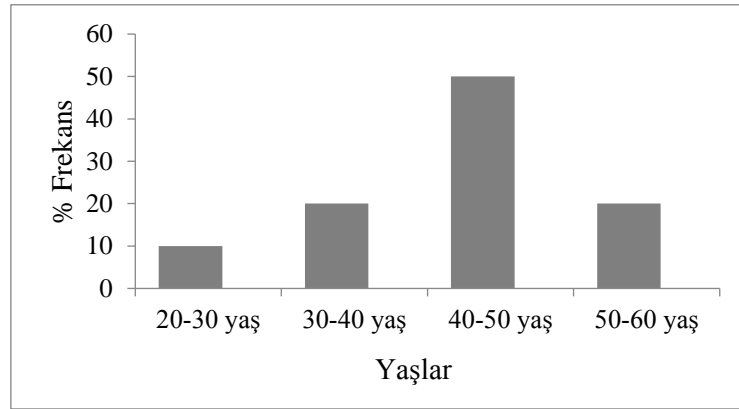
2.MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma 2015 Eylül-Aralık ayları arasında Doğu Karadeniz Bölgesi'nde bulunan Giresun ili sınırları içerisinde faaliyette bulunan 0-12 m tam boya sahip 545 adet tekne içerisinde rasgele seçilen 96 adet teknede yüz yüze görüşülerek saha çalışması şeklinde

yapılmıştır. Katılımcılara, balıkçılık ve sorunları ile ilgili 13 sorudan oluşan bir anket uygulanmış ve gerekli bilgiler elde edilmiştir. Ankette sorulan sorular genel olarak; balıkçının yaşı, öğrenim durumu, balıkçılık yaptığı teknenin mülkiyeti, teknenin motor gücü, avladıkları balık miktarları ve sorunları gibi konuları içermektedir. Saha çalışmasında elde edilen veriler bilgisayar ortamına aktarılmış ve Microsoft Excel 2010 ortamında analiz edilmiştir.

3.BULGULAR VE TARTIŞMA

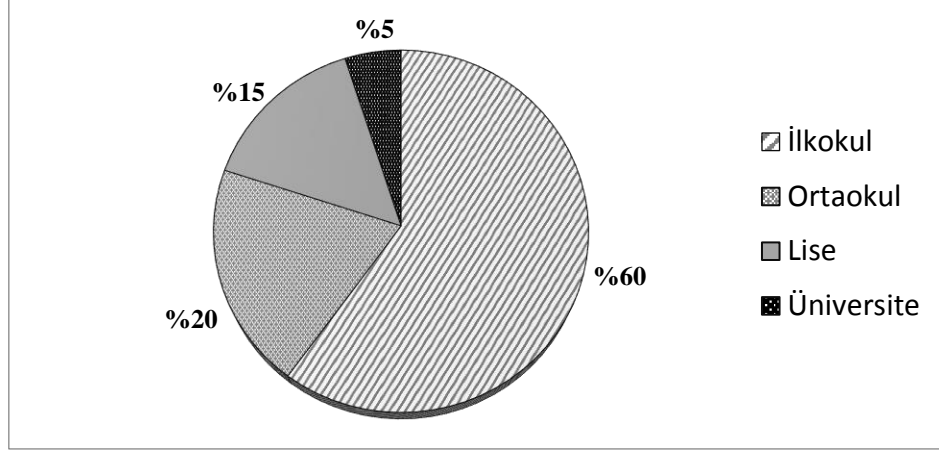
Ankete katılan balıkçıların yaşı 20-60 yaş arasında değişmekte olup, %50'si 40-50 yaş arasındadır. 50 yaşın üzerindeki balıkçıların oranı ise % 20'dir (Şekil 1). Orta Karadeniz (Ünye-İnebolu)'de bölge balıkçılarının sorunlarını ve sosyo-ekonomik yapılarını belirlemek üzere yürütülen çalışmada, balıkçıların %51'inin 30-50 yaş arası olduğu %27'sinin ise 50 yaşın üzerinde olduğu tespit edilmiştir (Yücel 2006). Bu çalışma ile sonuçlar benzer olup, ekonomik gerekliliklerden dolayı, çalışma şartlarının zorluğuna rağmen azımsanmayacak bir oranın balıkçılık yapmaya devam ettiği görülmektedir. Bunun yanısıra orta yaş grubunun (40-50 yaş) daha fazla oranda balıkçılıkla uğraştığını, genç yaş grubunun mesleği fazla tercih etmediği, yapanların ise işsizlik sorunu nedeniyle gerçekleştirdiği ifade edilebilir.



Şekil 1. Balıkçıların Yaş Dağılımı

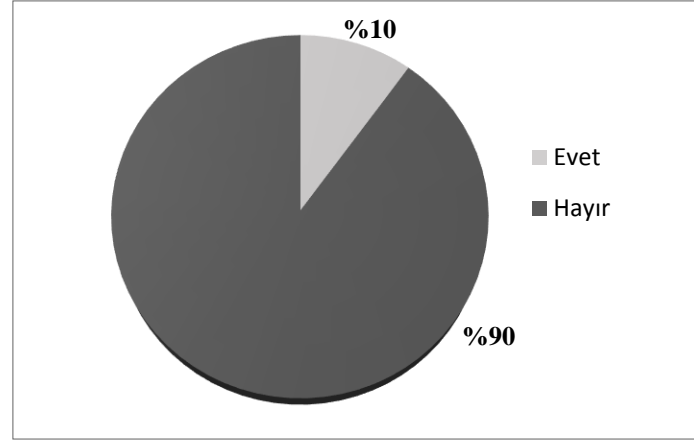
Anket sonuçlarına göre, balıkçıların % 60'ı ilkokul, % 20'si ortaokul, %15'i lise ve %5'i üniversite mezunudur (Şekil 2). Bu çalışmada da benzer çalışmalarda olduğu gibi balıkçıların en az ilkokul mezunu olduğu tespit edilmiş olup, ilköğretim mezunları oranı %67 (Yağlıoğlu 2013), % 54 (Doğan ve Gönülal 2011), %76 (Aksoy ve Koç 2012)

şeklindedir. Genel olarak benzer çalışmaların hemen hepsinde balıkçıların okur yazar olduğu görülmekle birlikte, yüksek öğrenim görmeyen kişilerin bölgedeki iş alternatiflerinin fazla olmamasından dolayı balıkçılığa yöneldiği söylenebilir.



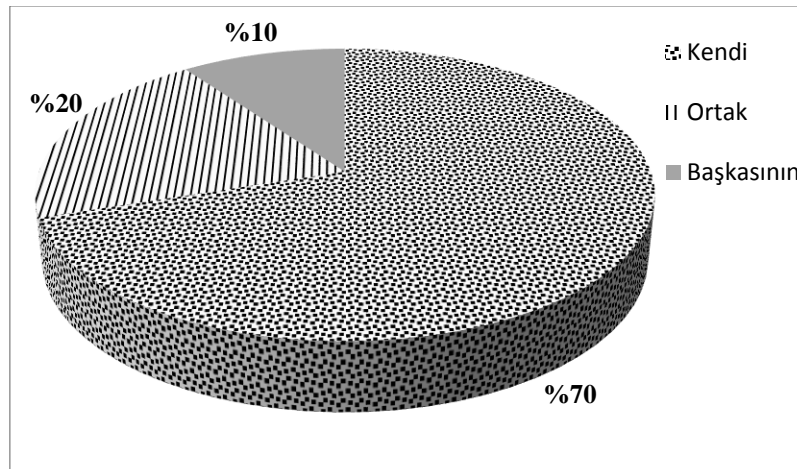
Şekil 2. Balıkçıların Öğrenim Durumu

Katılımcıların balıkçılık dışında başka bir gelirinin olup olmadığını belirlemek amacıyla yöneltilen “Balıkçılık Dışında Başka İşle Uğraşılıyor Musunuz?” sorusuna %90’ı sadece balıkçılık yapıyorum, %10’u balıkçılık dışında başka bir işle uğraşıyorum şeklinde cevap vermiştir. (Şekil 3). Doğan (2010) tarafından İstanbul’da yapılan bir çalışmada balıkçıların %44.3’ünün geçimini sadece balıkçılıktan sağladığı, %55.7’sinin ise balıkçılığı aile bütçesine katkı sağlamak için yaptıkları belirlenmiştir. Giresun’da ise katılımcıların %90 gibi büyük oranının sadece balıkçılıkla uğraşması, gerek bölge coğrafisi gerekse alternatif iş imkanlarının bulunmayışından dolayı, yöre halkının balıkçılığa yöneldiği sonucuna varılabilir.



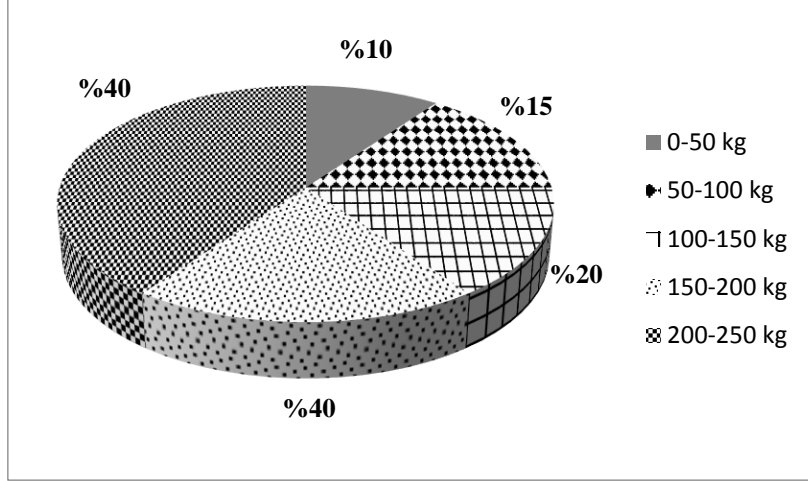
Şekil 3. Balıkçılık Dışında Başka İşle Uğraşıyor Musunuz?

Ankete katılan balıkçıların, %70' i kendi teknesiyle, %20'si ortak bir tekne ile % 10'u ise başkasının teknesiyle avlandığını ifade etmiştir. (Şekil 4). Dağtekin ve Emeksiz (2010), Trabzon'da yaptıkları çalışmada, balıkçıların %78'inin tekne mülkiyetinin kendisine ait olduğunu, %6'sının aile malı olduğunu, %16'sının ise ortaklık biçiminde balıkçılık yaptığını ifade etmiştir. Ayrıca aile malı teknelerin miras yoluyla aileye kalan kardeşler arasında yönetildiğini, ortaklık biçiminde kullanılan teknelerin ise daha çok yakın akraba grubu bireylerden oluştuğunu belirtmiştir. Bu çalışmada ve yapılan benzer çalışmalarda elde edilen sonuçlara bakıldığında, balıkçıların küçük bir oranı (maddi imkansızlık ve aile ortaklığı gibi sebeplerle) dışında çoğunluğunun kendi teknesini alabilecek potansiyelde kazanç sağladığı söylenebilir.



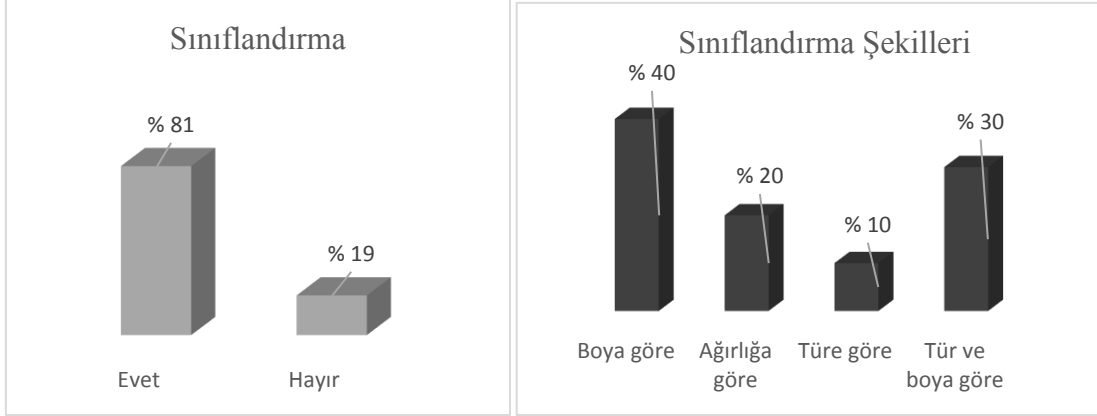
Şekil 4. Avlama Yapılan Teknenin Mülkiyeti

Balıkçıların kullandıkları teknelerin motor gücü minimum 15 beygir, maksimum 550 beygirdir. Balıkçıların %10'luk kısmı bir seferde 0–50 kg arasında, %15'lik kısmı 50–100 kg arasında, %20'lik kısmı 100–150 kg arasında, %40'lık kısmı 150–200 kg, %40'lık kısmı 250–300 kg arasında balık avlamaktadır (Şekil 5).



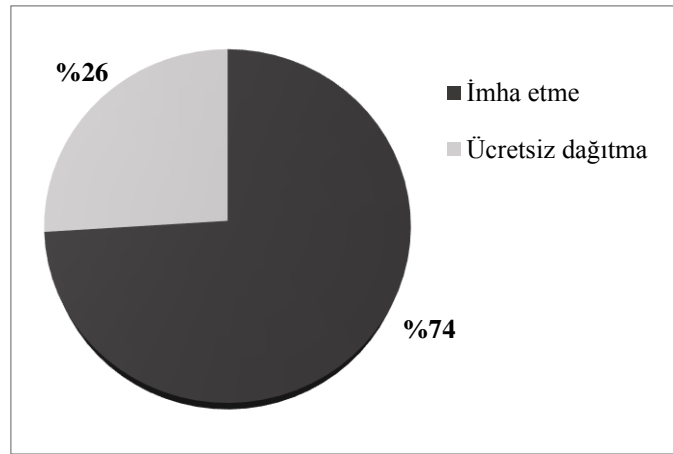
Şekil 5. Bir Seferde Avladıkları Balık Miktarı

Ankete katılan balıkçıların %81'i avladığı balığı sınıflandırırken, %19'u balıkları herhangi bir sınıflandırmaya tabi tutmadan pazara sürmektedir. Sınıflandırma şekline bakıldığında, %40'ı boya göre, %20'si ağırlığa göre, %10'u türe göre, %30'u ise tür ve boya göre sınıflandırma yapmaktadır (Şekil 6). Şahinler ve ark. (2005)'nin Samandağ'da yaptıkları çalışmada, balıkçıların %80.49'unun balıkları sınıflandırdığını, %36'lık oranla çoğunluğun boya göre, %24'ünün ise hem boy hem de türe göre sınıflandırma yaptığını belirtmişlerdir. Her iki çalışmada da boya göre sınıflandırma oranı en yüksek olup bunu tür ve boya göre sınıflandırma takip etmektedir. Boya göre sınıflandırma oranının tercih edilmesi, büyük balıkların daha fazla fiyata satış avantajının olmasından kaynaklanabilir.



Şekil 6. Balıkların Sınıflandırması ve Sınıflandırma Şekline Göre Oranları

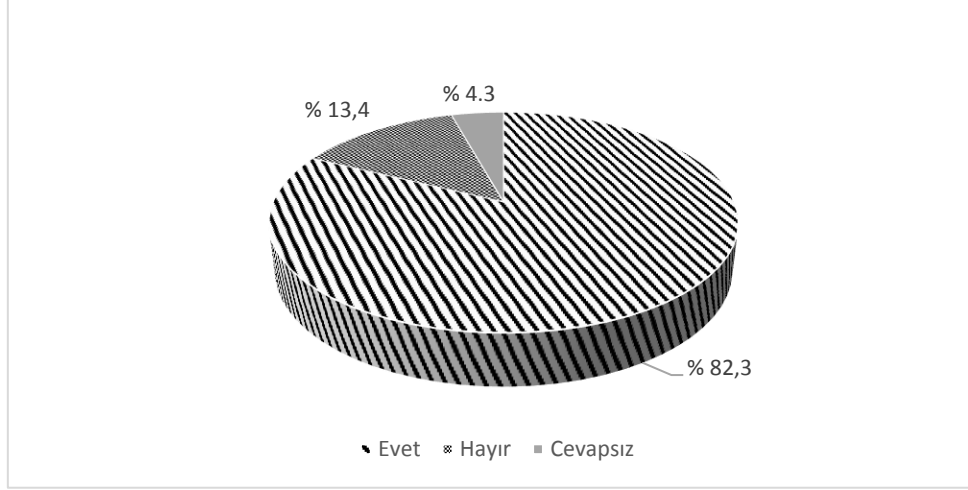
Balıkçıların tuttıkları balığı genelde komisyoncu vasıtasıyla sattıkları belirlenmiştir. Ankete katılanların satış yöntemi olarak %70'inin balığı komisyonculara verdiği, %30'unun da kendisinin pazarladığı tespit edilmiştir. Diğer taraftan balıkçıları tarafından satılmayan balıkların %74'ü imha edilirken, %26'sı ücretsiz dağıtılmaktadır (Şekil 7). Samandağ balıkçıları %23.25'nin satamadığı balığı imha ettiği, %13.95'nin tanıdıklarına dağıttığı, %11.2'sinin ise depoladığı belirtilmiştir (Şahinler ve ark. 2005)



Şekil 7. Satılmayan Balıkların Değerlendirilmesi

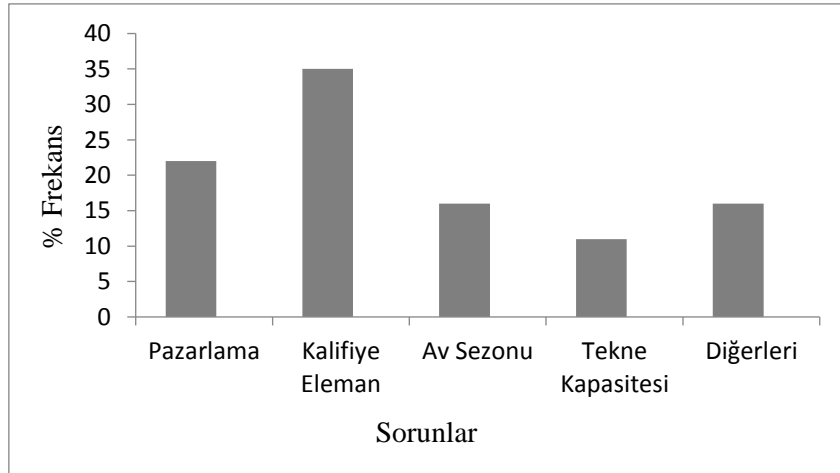
Ankete katılan balıkçılara gerekli destek olduğunda denizdeki balık miktarının artmasını sağlamak amacıyla av sezonuna birkaç yıl kapatılmasını isteyip istemedikleri sorulduğunda %82,3'ü evet, %13,4'ü hayır derken, %4,3'ü ise cevap vermemiştir (Şekil 8). Balıkçıların çoğunluğunun balık popülasyonlarının ve buna bağlı olarak balıkçılığın

sürdürülebilirliği için gerektiğinde üzerlerine düşebilecek fedakarlığa hazır oldukları anlaşılmaktadır.



Şekil 8. Gerektiğinde Av Sezonunun Kapatılması İle İlgili Görüşler

Katılımcılara balıkçılık ile ilgili sorunlar hakkındaki görüşleri sorulduğunda %35'lik önemli bir kısmı kalifiye eleman yetersizliğinden, %22'si pazarlama sorunundan şikayetçi olduğunu ifade etmiştir. %16'sı av sezonu, %11'i ise tekne kapasitesi ile ilgili sorun yaşadıklarını belirtmişlerdir (Şekil 9).



Şekil 9. Balıkçıların Karşılaştıkları Sorunlar

Yağlıoğlu (2013) tarafından, balıkçılara, Akçakoca balıkçılarının sorunlarını ve bölge balıkçılığı üzerine görüşlerini yansıtmayı amaçlayan sorular yöneltilmiştir. Katılımcıların %80-%98 arasında değişen oranlarda, balıkçılıkta girdi maliyetlerinin fazla olduğunu, teknelere bireysel av kotasının getirilmesi gerektiğini, modern cihazlarla yapılan avcılığın balık nesillerine zarar verdiğini, balıkçılığı destekleme politikalarının yetersiz olduğunu, balıkçılıkla ilgili denetimlerin yetersiz olduğunu, balıkçılara balıkçılık konusunda eğitim verilmesi gerektiğini ifade ettikleri belirtilmiştir.

4.SONUÇLAR

Bu çalışma Giresun ili balıkçılığının mevcut durumunu ve sorunlarını ortaya koymak amacıyla yürütülmüştür. Anket sonuçlarına bakıldığında katılımcıların çoğunluğu kalifiye eleman yetersizliğinden şikayet etmektedir. Buna bağlı olarak teknelerdeki av teknolojileri yeterince kullanılamamakta ve bilinçsiz avcılık yapılmaktadır. Yönetmelik düzenlemelerle balıkçılık sektörü konusunda eğitim almış kişilerin uygun çalışma koşulları ile görevlendirilmesi sağlanabilir. Ayrıca gelişen av araçları teknolojileri ve yasal düzenlemeler konusunda balıkçılara yönelik eğitim programları düzenlenebilir. Diğer taraftan balıkçılar tarafından satılmayan balıkların % 74 gibi büyük bir oranı imha edilmektedir. Bu da su ürünlerine dayalı endüstrinin bölgede çok gelişmemiş olduğunu ortaya koymaktadır. Önemli bir ekonomik kayba neden olan, imha edilen balıklar, işleme teknolojisinin geliştirilmesi, uygun balık muhafaza yöntemlerinin uygulanabilirliğinin artırılması ve yem fabrikalarına satışının sağlanması ile değerlendirilebilir. Ayrıca barınma yerlerindeki altyapı şartlarının iyileştirilmesi ile balıkçıların daha iyi koşullarda çalışma imkanı bulması sağlanacaktır.

KAYNAKLAR

- Aksoy, R., Koç, G. 2012. Küçük Ölçekli Balıkçılığın Genel Profili: Zonguldak İli Merkez İlçesinde Bir Saha Çalışması, *International Journal of Economic and Administrative Studies*. 4(8): 87–103.
- Dağtekin, M., Emeksiz, F., 2010. Trabzon İlinde Su Ürünleri Üretimi ve Pazarlama Yapısı. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Cilt:22-2
- Doğan, K., 2010. İstanbul Su Ürünleri Kooperatifleri ve Ortaklarının Sosyo-Ekonomik Analizi. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 4(4):318-328. DOI:10.3153/jfsc.com.2010035

- Doğan, K., Gönülal, O. 2011. Gökçeada (Ege Denizi) Balıkçılığı ve Balıkçıların Sosyo-Ekonomik Yapısı. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi / The Black Sea Journal of Science, 2(5): 57-69.
- Kınacıgil, H.T. ve İlkyaz, A.T., 1997. Ege Denizi Balıkçılığı ve Sorunları. Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi, Cilt No:14, Sayı:3-4, 351-367 s
- Soyer, S., 2016. Yüzyüze görüşme. Ordu Tarım İl Müdürlüğü.
- Şahinler, S., Can, M.F., Görgülü, Ö., İğne, K.D., 2005. Samandağ İlçesinde (Hatay) Balıkçılığın Genel Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri Üzerine Bir Araştırma. Fırat Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 17(4):605-611
- TÜİK, 2013. Türkiye İstatistik Kurumu, Su Ürünleri İstatistikleri 2013. ISSN 1013-6177
- TÜİK, 2014. Türkiye İstatistik Kurumu, Su Ürünleri İstatistikleri 2014. ISSN 1013-6177
- Yağlıoğlu, D., 2013. Akçakoca (Batı Karadeniz) Balıkçılığı ve Balıkçıların Sosyo-Ekonomik Analizi. Ormancılık Dergisi, 9(1):35-42
- Yücel, Ş. 2006. Orta Karadeniz Bölgesi Balıkçılığı ve Balıkçıların Sosyo-Ekonomik Durumu. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, Cilt:23, Ek:1/3:529-532

Ilık Hidromekanik Derin Çekme Prosesinde Optimum Şekillendirme Parametrelerinin Belirlenmesi

Doğan ACAR^{1*}, Mevlüt TÜRKÖZ², Murat DİLMEÇ³, Hüseyin Selçuk HALKACI², Hasan GEDİKLİ¹, Ömer Necati CORA¹

¹ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon

² Selçuk Üniversitesi, Konya

³ Necmettin Erbakan Üniversitesi

Özet

Bu çalışmada otomotiv sanayiinde taşıt ağırlığını azaltmak için giderek artan şekilde kullanılan alüminyum alaşımlarının şekillendirilmesinde kullanılan geleneksel yöntemlerin yerini almaya başlayan ılık hidromekanik derin çekme prosesinin kapsamlı bir sonlu elemanlar modeli oluşturulmuştur. Farklı eleman sayıları ve eleman formülasyonları, temasta bulunan bileşenler için farklı sürtünme katsayıları ve malzeme modelleri sistematik bir şekilde denenerek sonlu eleman modeli için en uygun tercihler ve değerler belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmanın ikinci kısmında ise, oluşturulan sonlu elemanlar modeli ile ılık hidromekanik derin çekme işlemindeki takım sıcaklıklarının ve yükleme profillerinin (hidrolik basıncı ve baskı plakası kuvveti) en iyi şekillendirilebilirliği veren değerleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışmalar neticesinde, malzeme davranışını en iyi elastik-viskoplastik-termal malzeme modelinin yansıttığı belirlenmiştir. Coulomb sürtünme katsayıları sac-kalıp ara yüzeyi için 0.05, sac-baskı plakası için 0.05 ve sac-zımba sürtünme yüzeyleri arasında 0.25 olarak tespit edilmiştir. En iyi şekillendirmenin sağlanabilmesi için kalıp ve zımbaya ait sıcaklık değerleri sırasıyla 300 ve 25 °C olarak belirlenmiştir. Hidrolik basıncın baskı plakasının kuvvetine göre daha etkin bir parametre olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Hidroşekillendirme; SEY; LS-Dyna; LS-OPT; Optimizasyon

Determination of Optimum Forming Parameters of Warm Hydromechanical Deep Drawing Process

Abstract

In current study, a comprehensive finite element modeling was established for warm hydromechanical deep drawing process which is a promising technique in forming of aluminum alloys that are expected to be increasingly exploited in automotive industry along with lightweighting efforts. Different number of elements and element formulations, coefficients of friction for contacting surfaces and material models were and optimum choices and values were determined. In the second part of the study, optimum tool temperature, and loading profiles (hydraulic pressure and blank holder force) were obtained parametrically to achieve highest formability in warm hydromechanical deep drawing process by using established FE model. As a result, elastic-viscoplastic-thermal material model was found to be reflecting the material behavior better compared to other material models utilized. Coulomb friction coefficient for contacting surfaces blank-die, blank-blank holder and blank-punch were determined as 0.05, 0.05 and 0.25, respectively. Optimal temperatures values for die and punch were determined as 300 and 25°C, respectively when highest formability is taken into

account. Hydraulic pressure was found to be more effective on formability than blank holder force.

Keywords: Hydroforming; FEM; LS-Dyna; LS-OPT; Optimization

[*dgnacar@ktu.edu.tr](mailto:dgnacar@ktu.edu.tr)

1. GİRİŞ

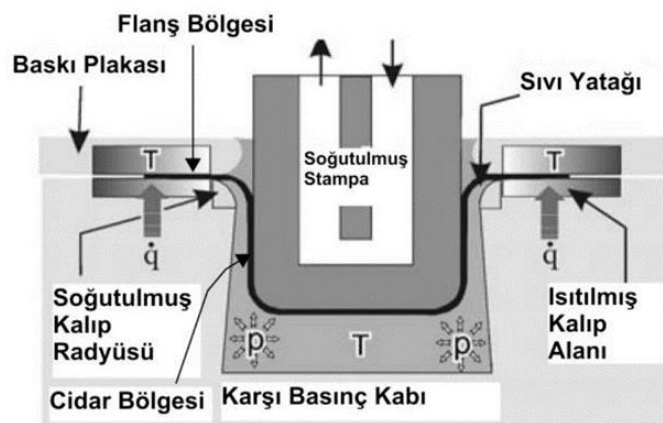
Tüm dünyada fosil yakıtların tüketimi ve CO₂ gazı emisyonları 1973 yılındaki büyük petrol krizinden bu yana sürekli olarak artmaktadır (Merrill 2007). Enerji piyasası denetleme kurulu (EPDK) tarafından hazırlanan rapora göre 2010-2012 yılları arasında ülkemizde ham petrolün temin edilmesinde yerli kaynakların kullanımında azalma olurken, ihtiyacın karşılanmasında ithalata yönelme gerçekleşmiş ve toplam ham petrol tüketimi yaklaşık %12 artış göstermiştir (D. K. P. P. D. Başkanlığı 2013). Buna karşın, son 10-20 yılda artan rekabet koşulları ve çevresel düzenlemeler (hava kirliliği ve küresel ısınma karşıtı yasal düzenlemeler) otomotiv firmalarını daha hafif, daha az yakıt tüketen, daha az CO₂ emisyonu açığa çıkaran ve mukavemet/ağırlık oranı daha yüksek araçlar üretmeye sevk etmiştir. Bu yüzden üreticiler, hafif ağırlıklı malzemeler, alaşımlar ve kompozit malzeme kullanımının arttırmak ve/veya bu malzemelerin kullanıldığı yerlerde ağırlık optimizasyonu yaparak daha hafif ve fonksiyonel yapılar elde etmek zorundadırlar (Koç 2008).

Hem literatürde hem de sanayide motorlu taşıtların gövdelerinde düşük karbonlu çelik (DKÇ) gibi otomotiv sektöründe yaygın olarak kullanılan malzemelerin yerine alüminyum gibi daha hafif malzemelerin kullanılması ile ilgili çok sayıda çalışma mevcuttur. Schultz, taşıt ağırlığının %10 azaltılması halinde yakıt tüketiminin % 6-8 azaltılabileceğini belirtmiştir (Schultz&Abraham 2009). DKÇ yerine alüminyum kullanılması halinde araç ağırlığında % 40-60 azalma elde edilebilmektedir. Ancak alüminyum alaşımlarının içerisindeki yüksek alaşım yüzdeleri sebebiyle oda sıcaklığındaki şekillendirilebilirlikleri sınırlıdır (Novotny&Geiger 2003, Shah 2011). Bundan dolayı, oda sıcaklığının üzerinde ancak yeniden kristalleşme sıcaklığının (Al alaşımları için 230-330 °C) altındaki sıcaklıklarda gerçekleştirilen ılık şekillendirme (İŞ) yöntemi bu alaşımların şekillendirilmesinde büyük önem arz etmektedir (Bobbert et al. 2001, Novotny&Geiger 2003). İŞ'nin katkısıyla, şekillendirme kuvvetleri azalmakta ve aktif hale gelen ek kayma düzlemleri yardımıyla malzemelerin şekillendirilebilirliği (sünekliği) artmaktadır (Shah 2011). Ayrıca bu yöntemle

yapılan sac şekillendirme işlemlerinde daha yüksek kap derinlikleri de elde edilebilmektedir (Li&Ghosh 2004). Alüminyum alaşımlarının oda sıcaklığındaki şekillendirilmesindeki bariyeri aşmak için kullanılan bir diğer yöntem ise şekillendirmenin zımba ilerlemesine karşı olarak hidrolik basıncının kullanıldığı hidroşekillendirme (HŞ) metodudur (Schmoeckel et al. 1999, Koç 2008). Son yıllarda, hem IŞ hem de HŞ yöntemlerinin avantaj ve özelliklerinin bir araya getirildiği ve hafif alaşımların şekillendirilmesinde ılık şekillendirilmesinde ılık hidromekanik derin çekme (IHDC) yöntemi ön plana çıkmıştır (Şekil 1).

IHDC yöntemi başlı başına, alüminyum gibi hafif malzemelerin şekillendirilebilirliğinde önemli bir artış sağlasa da daha yüksek ve başarılı şekillendirme işlemi için prosesi etkileyen parametrelerin etkileri ve en iyi şekillendirilebilirliği veren proses parametreleri belirlenmelidir. Choi et al (2008) başarılı bir IHDC işlemi için proses boyunca kontrol edilmesi gereken değişkenleri zımba ve kalıp sıcaklıkları, hidrolik basıncı ve baskı plakası kuvveti olarak belirlemişlerdir. Aynı araştırmacılar, kalıp ve zımba üzerindeki sıcaklık dağılımını belirlemek için adaptif-izotermal sonlu elemanlar analizine bağlı bir yöntem geliştirmişleridir. Başka bir çalışmada ise yine sıcaklık parametresini literatürdeki deneysel verilerden yararlanarak analitik olarak incelemişlerdir (Choi et al. 2007). Bir diğer çalışmada HB ve BPK değerleri, bulanık mantık algoritması ile oluşturulmuş bir alt program sonlu elemanlar kodu ile eş çalıştırılarak belirlenmiştir (Choi et al. 2007). Altan et al (2004) HB ve BPK değerlerini adaptif sonlu elemanlar yöntemini kullanarak elde etmişlerdir.

Bu çalışma kapsamında, en iyi şekillendirilebilirliği veren takım sıcaklık dağılımı ve HB ve BPK yükleme profillerinin şekillendirilebilirliğe etkileri şekillendirilen AA5754-O sacı üzerindeki kalınlık dağılımı esas alınarak sayısal olarak belirlenmeye çalışılmıştır. Sayısal çalışmalarda LS-DYNA (LSTC Corp., Livermore, CA, ABD) ticari sonlu elemanlar yazılımı ve onunla eş çalışan optimizasyon modülü LS-OPT kullanılmıştır (Hallquist 2007).



Şekil 1. Ilık hidromekanik derin çekme prosesinin şematik gösterimi (Groche et al. 2002)

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR ve DEĞERLENDİRME

2.1. Sonlu Eleman Modelinin Oluşturulması

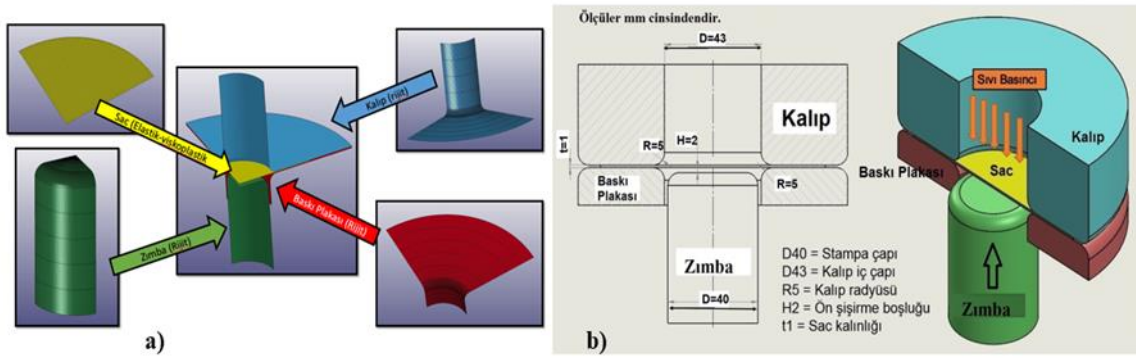
İlk hidromekanik derin çekme prosesinin sonlu eleman modeli sırasıyla sac, kalıp, baskı plakası ve zımba olmak üzere dört ana parçadan oluşmaktadır. Bu parçalar ile oluşturulan sonlu elman modeli ve boyutlar Şekil 2’de verilmiştir. Sonlu eleman modeli hazırlanırken sistemin aksenal simetrik geometrisinden faydalanarak çeyrek model hazırlanmıştır. Proses süresince yüksek miktarda deformasyona uğrayan sac elastik-viskoplastik olarak tanımlanırken diğer parçalar rijit olarak tanımlanmıştır. Parçaların modellenmesinde eleman tipi olarak *Belytschko-Tsay* (eleman tipi 2) ve tam integrasyonlu (*fully integrated – eleman tipi 16*) kabuk elemanlar denenmiştir. Kabuk elemanların kalınlığı boyunca 7 integrasyon noktası tanımlanmıştır. *Belytschko-Tsay* eleman formülasyonu daha hızlı sonuç vermişse de tam integrasyonlu eleman formülasyonunun malzeme davranışını daha iyi yansıttığı görülmüştür. Tam integrasyonlu elemanın daha iyi sonuç vermesinin temel nedeni, kabuk elemanların eğilme davranışını daha iyi yansıtabilmesidir. Kalıp, baskı plakası ve zımba sırasıyla 1600, 1536, 1600 sabit eleman sayılarından oluşurken, sac için 1000-25000 arasında eleman sayısı denenerek ağ örgüsü (*mesh*) yakınsaklık analizleri sonucunda optimum eleman sayısı yaklaşık 12000 olarak belirlenmiştir (Şekil 3). Bu değerlendirme için sac üzerindeki sabit bir noktadaki maksimum von Mises gerilme değerleri dikkate alınmıştır.

Kalıbın tüm serbestlik dereceleri (her üç eksen üzerindeki ötelenme ve dönmeler) sınırlandırılmıştır. Zımba ve baskı plakası için ise sadece z-ekseni doğrultusunda harekete müsaade edilmiştir. Sac üzerine simetri sınır koşulları tanımlanmış ve sac, baskı plakası ile kalıp arasında baskı plakası kuvveti yardımıyla tutulmuştur. Hidrolik basıncı uygularken, akışkanı modellemek (katı-sıvı etkileşimi: Fluid-Structure Interaction) yerine sac üzerinde tanımlanan bir bölgeye hidrolik basınç olarak uygulanmıştır. Takımlar ve sac için başlangıç ve sınır koşulları Şekil 4’te verilmiştir.

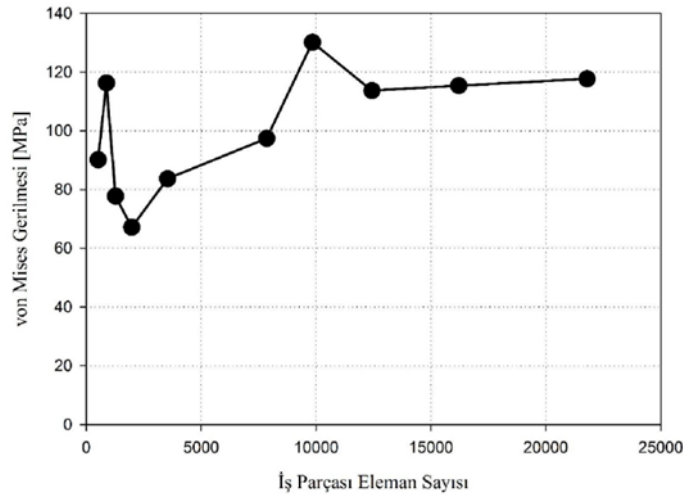
Sac-kalıp, sac-baskı plakası ve sac-zımba olmak üzere üç adet temas yüzey çifti belirlenmiştir. Bu yüzey çiftleri arasında belirlenen Coulomb sürtünme katsayıları çeşitli denemeler sonucunda sırasıyla 0.05, 0.05 ve 0.25 olarak belirlenmiştir. Temas algoritması olarak forming-one-way-surface-to-surface, automatic-single-surface ve automatic-surface-to-surface algoritmaları ile yapılan denemeler sonucunda forming-one-way-surface-to-surface algoritmasının temas davranışını en iyi bir şekilde yansıttığı görülmüştür. İlgili literatür incelendiğinde, Piecewise linear plasticity, Power-law plasticity, Johnson-Cook ve Elastik-viskoplastik-termal malzeme modellerinin kullanıldığı görülmüştür. Bu malzeme

modellerinden ilk ikisinin kullanımı için sac üzerinde homojen bir sıcaklık dağılımı gerekmektedir. Bu çalışmada ise kalıp ve parça üzerindeki sıcaklıklar homojen olmadığından Johnson-Cook ve Elastik-viskoplastik-termal malzeme modellerinin kullanımı tercih edilmiştir. Her iki malzeme modeliyle de başarılı sonuçlar elde edilse de elastik-viskoplastik-termal malzeme modeli doğrudan farklı sıcaklıklarda elde edilen akma eğrilerini kullanmaya imkân sağladığından deneysel sonuçlara daha yakın değerler elde edilmiştir (Şekil 5).

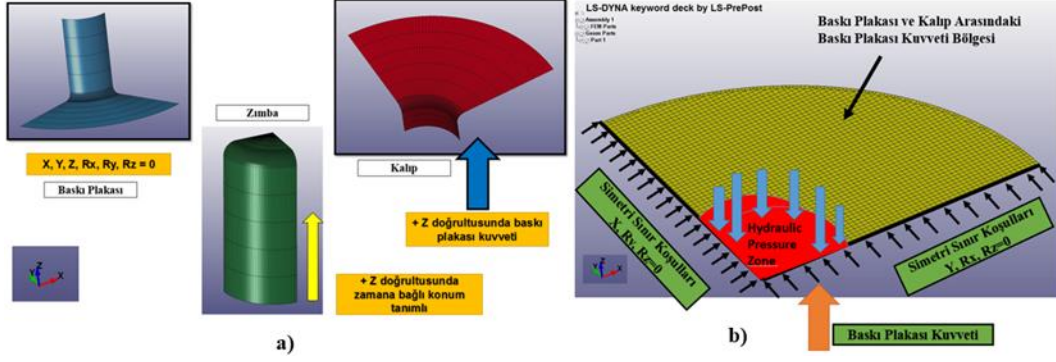
Tüm bu çalışmaların sonunda hazırlanan sonlu elman modelinin doğrulaması şekillendirilmiş bir kap üzerindeki bir kesitten alınan ölçüler ile sayısal analiz sonucunda elde edilen değerler karşılaştırılarak yapılmıştır. Şekil 5'ten de görülebileceği gibi hem deneysel hem de sayısal veriler yüksek oranda uyum göstermektedir.



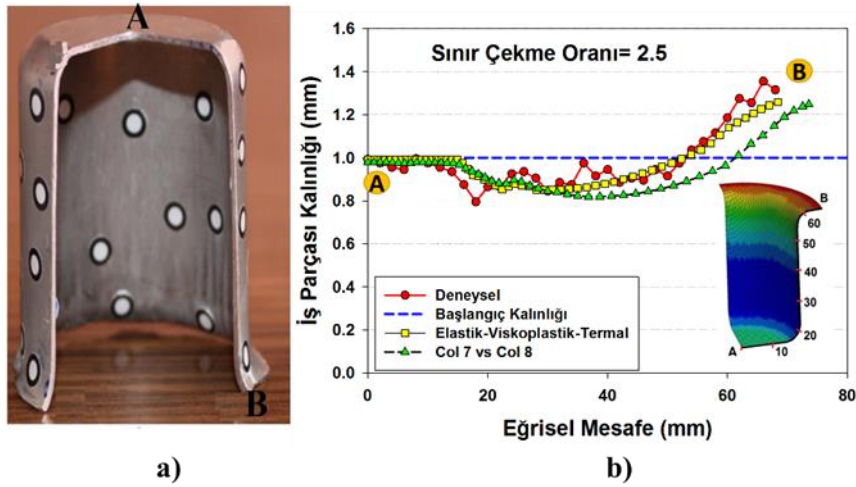
Şekil 2. a) Sonlu eleman modeli, b) Model geometrisi ve ölçüler



Şekil 3. Sac için kullanılan eleman sayısının sonuçlara etkisi



Şekil 4. Başlangıç ve sınır koşulları: a) Baskı plakası, zımba ve kalıp için; b) Sac için

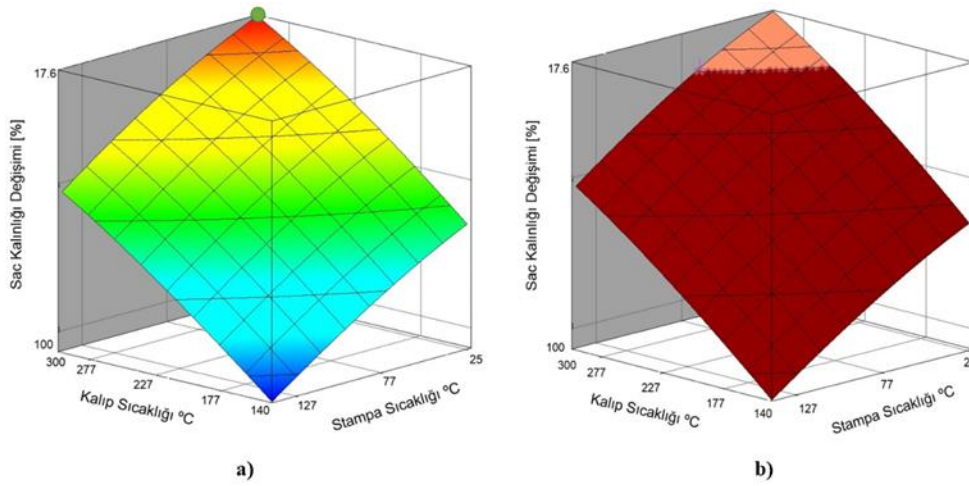


Şekil 5. a) Deneysel numunesi, b) Sonlu eleman modelinin doğrulaması için deneysel ve sayısal kalınlık dağılımlarının karşılaştırılması

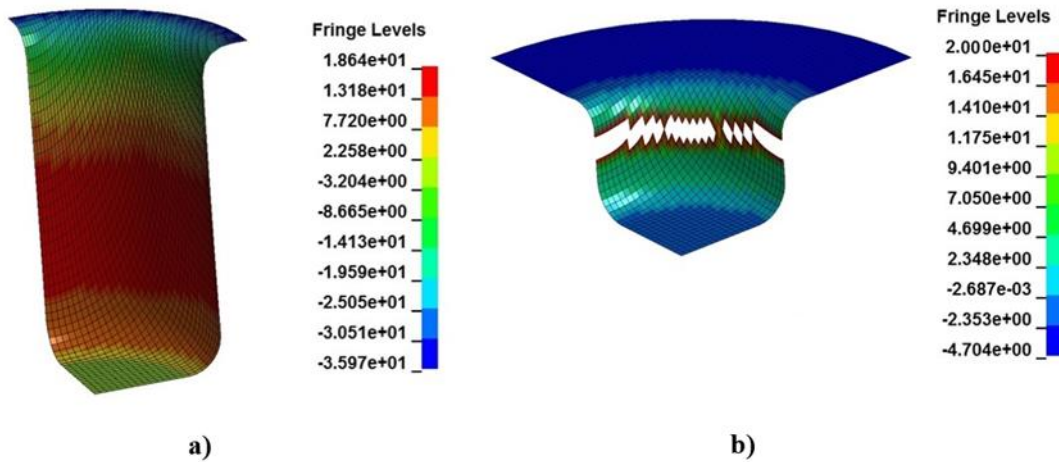
2.2. Sıcaklık Optimizasyonu

Çalışmanın bu kısmında, en iyi şekillendirmenin sağlandığı kalıp, baskı plakası ve zımba sıcaklıklarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla sıcaklık optimizasyonunda diğer tüm parametreler sabit iken sadece kalıplar ve zımba üzerindeki sıcaklık değerleri değişken olarak ele alınmıştır. Sacın başlangıç sıcaklığı oda sıcaklığı (25 °C) olarak kabul edilirken, kalıp üzerindeki sıcaklık aralığı 140-300 °C ve zımba üzerindeki sıcaklık aralığı 25-140 °C olarak kabul edilmiştir. AA5754-O alüminyum alaşımının yeniden kristalleşme sıcaklığına göre belirlenen bu değerler LS-DYNA programında parametrik olarak tanımlanmış ve LS-OPT programında 10 farklı örnekleme noktasında analiz edilmiştir. Analizler değerlendirilirken sac üzerinde yırtılma gerçekleşmeden elde edilen maksimum sac incelme yüzdesi kriter olarak ele alınmıştır. Yapılan analizler sonucunda Şekil 6'da verilen tepki yüzeyleri elde edilmiştir. Şekil 6.a'dan görülebileceği gibi sacda yırtılma olmadan sac üzerindeki maksimum incelme

kalıp sıcaklığı 300 °C ve zımba sıcaklığı 25 °C iken gerçekleşmiştir. Şekil 6.b'de ise aynı yüzey grafik üzerinde biri açık renkli diğeri koyu renkli iki bölge tespit edilmiştir. Bu bölgelerden açık renkli olanı şekillendirmenin güvenli olduğu bölgeyi temsil ederken koyu renkli bölge şekillendirmenin riskli olduğu bölgedir. Bu yorumu doğrulamak amacıyla her iki bölgeden birer adet kalıp-zımba sıcaklıkları kombinasyonu ile analizler gerçekleştirilmiştir. Güvenli bölgeden 260 °C kalıp, 25 °C zımba sıcaklığı çifti seçilirken riskli bölgeden 140 °C kalıp ve 25 °C zımba sıcaklığı çifti seçilmiştir. Yapılan iki analizin sonuçları Şekil 7'de verilmiştir. Şekil 7.a'da güvenli bölgede yapılan analiz 45 mm zımba ilerlemesinde başarılı bir şekillendirme ile sonuçlanmıştır. Ancak, riskli bölgede gerçekleştirilen analiz 17.5 mm zımba ilerlemesinde daha şekillendirme işlemi tamamlanmadan sac yırtılmıştır.



Şekil 6. a) Kalıp ve zımba için yapılan sıcaklık optimizasyonu sonuçları b) Kalıp ve zımba için yapılan sıcaklık optimizasyonu sınır değerleri (müsaade edilebilir incelleme: açık renkli bölge; riskli bölge: koyu renkli bölge)



Şekil 7. Farklı sıcaklıklarda gerçekleştirilen ılık hidromekanik derin çekme işlemi ve yüzde kalınlık dağılımı a) 260 °C kalıp ve 25 °C zımba sıcaklığında (başarılı şekillendirme), b) 140 °C kalıp ve 25°C zımba sıcaklığında (yetersiz şekillendirme ve hasar)

2.3. Yükleme Profillerinin Şekillendirme Üzerindeki Etkisi

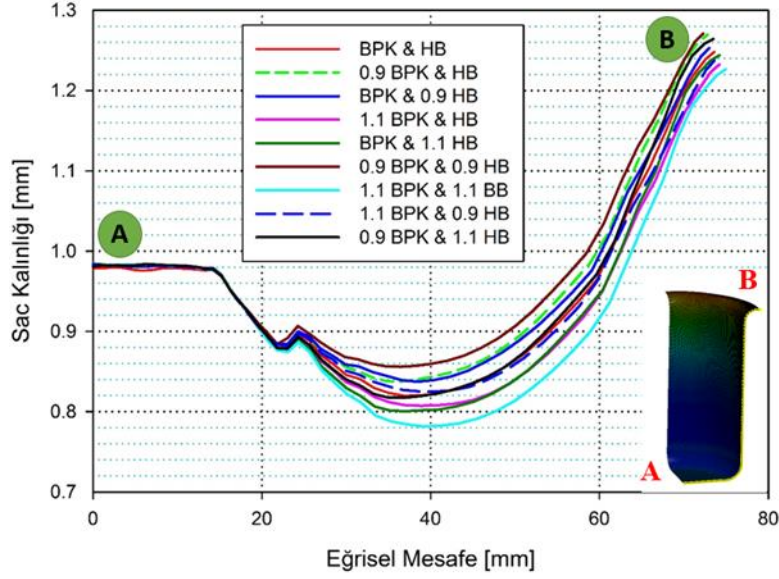
IHDÇ ile başarılı bir şekillendirme yapabilmek için ayrıca proses parametrelerinin, proses ve şekillendirilen parça üzerindeki etkilerini tam olarak bilinmesi gerekir. BPK ve HB yükleme profilleri IHDÇ prosesinin en önemli parametrelerindedir.

BPK ve HB'nin proses ve şekillendirilen parça üzerindeki etkilerini incelemek için şekillendirilmiş sacların kalınlıklarının yükleme profillerine bağlı olarak değişimleri incelenmiştir. Bu amaçla, ilk önce mevcut başarılı şekillendirme yapılabilen BPK ve HB yükleme profili çiftlerinden bir tanesi seçilmiştir. Seçilen BPK ve HB yükleme profilleri 1.1 ve 0.9 katsayıları ile çarpılarak profillerin \pm %10 değiştirilmeleri halindeki değerleri belirlenmiştir. Ardından mevcut ve yeni profiller ile BPK-HB çiftleri oluşturularak 9 farklı analiz gerçekleştirilmiştir. Analizlerde kullanılan bu profil çiftleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1'de verilen 9 farklı analiz gerçekleştirildikten sonra şekillendirilmiş sacların merkezinden kenarına olan eğrisel mesafe boyunca alınan kalınlık değişimleri karşılaştırılmıştır. Aynı çaptaki sacdan aynı derinlikteki kap çekilirken sacdaki incelme miktarının minimum olduğu durumda uygulanan yükleme çiftinin en iyi şekillendirmeyi veren profiller olduğu kabul edilmiştir. Şekil 8 incelendiğinde, 0.9 BPK & 0.9 HB yükleme profili çifti ile şekillendirilen kap üzerindeki kalınlık dağılımı minimum incelmeye gerçekleşmiş, dolayısıyla en iyi şekillendirmeyi vermiştir. Bu durumda, hem BPK hem de HB yükleme profilleri aynı ölçüde azaltıldığında şekillendirilebilirlik daha fazla artmaktadır.

Çizelge 1. Analizlerde kullanılan farklı yükleme profili çiftleri

Analiz No	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Yükleme Profilleri	BPK HB	0.9BPK HB	BPK 0.9HB	1.1BPK HB	BPK 1.1HB	0.9BPK 0.9HB	1.1BPK 1.1HB	1.1BPK 0.9HB	0.9BPK 1.1HB



Şekil 8. BPK ve HB'nin şekillendirilmiş sac üzerindeki birleştirilmiş etkisi

3. SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında başarılı bir ılık hidromekanik derin çekme işlemi için detaylı bir sonlu elemanlar modeli hazırlanmıştır. Sonlu eleman modelinin oluşturulmasında, temas algoritması için forming-one-way-surface-to-surface, malzeme modeli için elastik-viskoplastik termal, eleman formülasyonu için tam integrasyonlu kabuk eleman en iyi sonucu veren parametreler olarak belirlenmiştir. Temasta bulunan yüzeylerden sac-kalıp, sac-baskı plakası ve sac-zımba için Coulomb sürtünme katsayıları sırasıyla katsayısı 0.05, 0.05 ve 0.25 olarak elde edilmiştir. Maksimum şekillendirilebilirlik için yapılan sıcaklık optimizasyonu sonucunda kalıp sıcaklığının 300 °C ve zımba sıcaklığının 25 °C olması halinde en iyi şekillendirme elde edilmiştir. Yükleme profilleri değerlendirmeye alındığında hem BPK hem de HB yükleme profillerinin birlikte azaltılmasıyla şekillendirilmiş sac üzerinde minimum incelme ile maksimum şekillendirilebilirlik elde edilmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, 112M913 numaralı ve “Ilık Hidromekanik Derin Çekmede Sıcaklık, Hidrolik Basıncı Ve Baskı Plakası Kuvvetinin Proses Ve Üretilen Parçalara Etkilerinin İncelenmesi” başlıklı TÜBİTAK projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR

- Altan T (2004). Tube and sheet hydroforming - new development in equipment, tooling and process simulation. In: *2nd Annual North American Hydroforming Conference*. Ontario, Canada
- T. C. E. P. D. K. P. P. D. Başkanlığı (2013). Petrol Piyasası Sektör Raporu
- Bobbert S, Novotny S., Vahl M.&Geiger M. (2001). Process strategies for sheet metal hydroforming of lightweight components. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture* **215**(7): 967-976
- Choi H, Koç M & Ni J (2007). Determination of Optimal Loading Profiles in Warm Hydroforming of Lightweight Materials. *Journal of materials processing technology* **190**(1): 230-242
- Choi H, Koç M & Ni J (2007). A Study on the Analytical Modeling for Warm Hydro-mechanical Deep Drawing of Lightweight Materials. *International Journal of Machine Tools and Manufacture* **47**(11): 1752-1766
- Groche P, Huber R, J D & Schmoeckel D (2002). Hydromechanical Deep Drawing of Aluminum Alloys at Elevated Temperatures. *CIRP Annals-Manufacturing Technologies* **51**(CIRP Annuals): 215-218
- Hallquist J O (2007). LS-DYNA Keyword User's Manual. Livermore Software Technology Corporation. Livermore, CA, USA
- Koç M, Cora Ö N (2008) Introduction and the state of the art of hydroforming. (Ed: M Koç) *Hydroforming for Advanced Manufacturing*. Woodhead Publishing Ltd. Cambridge England
- Li D & Ghosh A K (2004). Biaxial Warm Forming Behavior of Aluminum Sheet Alloys. *Journal of Materials Processing Technology* **145**(3): 281-293.
- Merrill K R (2007). The Oil Crisis of 1973-1974: A Brief History with Documents., Bedford/St. Martin's, USA
- Novotny S & Geiger M (2003). Process Design for Hydroforming of Lightweight Metal Sheets at Elevated Temperatures. *Journal of materials processing technology* **138**(1-3): 594-599
- Schmoeckel D , Hielscher C, Huber R & Geiger M (1999). Metal Forming of Tubes and Sheets with Liquid and Other Flexible Media. *CIRP Annals - Manufacturing Technology* **48**(2): 497-513
- Schultz R A & Abraham A K (2009). Metallic Material Trends for North American Light Vehicles. In: *Great Designs in Steel*, Michigan
- Shah M K (2011). Material Characterization and Forming of Light Weight Alloys at Elevated Temperature, The Ohio State University.

Magnezyum Gübrelenmesinin Fındığın (*Corylus Avellana* L.) Verim ve Bitki Besin Elementi İçeriklerine Etkisi

Faruk ÖZKUTLU^{1*}, Kürşat KORKMAZ¹, Mehmet AKGÜN¹, Özlem ETE¹

¹Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ordu

Özet

Deneme Ordu İli Gülyalı-Alibeyköy lokasyonu çiftçi bahçesinde 2013 ve 2014 yıllarında tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüştür. Deneme bahçesinin toprak analizine göre temel gübreleme yapılmıştır. Artan dozlarda (0, 7.5, 15.0 ve 22.5 kg da⁻¹) magnezyum MgSO₄.7H₂O gübresi ile verilmiş, sonuçta bitkiye potasyum taşınımının azaldığı saptanmıştır. Kontrol ocaklarındaki bitki K konsantrasyonu %0.65 iken en yüksek Mg dozuyla %0.50 düzeyine inmiştir. Dekara 15.0 kg Mg gübrelenmesiyle fındık verim ve randımanı artmıştır. Kontrol ocaklarından dekara 47.50 kg fındık verimi elde edilirken 15.0 kg Mg da⁻¹ gübrelenmesiyle verimin 54.42 kg düzeyine çıktığı görülmüştür. Ayrıca 15.0 kg Mg da⁻¹ gübrelenmesiyle kabuklu fındık ve iç fındık oranında artış olduğu, buruşuk fındık ile boş fındık oranının da azaldığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fındık (*Corylus avellana* L.); Magnezyum Gübrelenmesi; Verim ve Kalite

Effect of Magnesium Fertilization On Yield and Nutrition Contents of Nut (*Corylus Avellana* L.)

Abstract

At this research aimed to determine the relationships between some nutrition and yields and quality criteria of hazelnut. The trial was carried out at Tombul hazelnut orchards of a farmer in Gülyalı-Alibeyköy location between 2013 and 2014. The trial was designed as randomized complete blocks with four replications and four different Mg doses were used. Hazelnut orchards were fertilized with 0, 7.5, 15.0 and 22.5 kg da⁻¹ Mg in each year. Magnesium fertilization both significantly affected hazelnut yield and quality. However, increasing amounts of Mg fertilizer in the soil, K concentration of hazelnut leaf decreased significantly. Control hazelnut orchards leaf potassium concentration to 0.65% from 0.50% decreased with the highest doses 22.5 kg Mg da⁻¹. The total yield was increased to 47.50 from 54.42 kg da⁻¹ with 15.0 kg da⁻¹ Mg fertilization. Additionally, there was important increased to kernel ratio, shelled and kernel nut weight and healthy nut amounts, and also was decreased in the amount of empty and wrinkle nuts were identified.

Keywords: Nu; Magnesium Fertilization; Yield and Quality

farukozkutlu@hotmail.com

1. GİRİŞ

Fındığın anavatanının yurdumuzun Karadeniz Bölgesi olduğu ve kültür fındığının dünyaya buradan yayıldığı kabul edilmektedir (Sobutay 2006). Ülkemiz fındığın anavatanı konumundadır ve tarımsal ürünlerimiz içerisinde çok eski bir kültür tarihine sahiptir. Fındığın bitkisel ve ekolojik isteklerine bağlı olarak ekonomik anlamda üretimi Karadeniz Bölgesi'nde yapılmaktadır. I. Standart bölge olarak adlandırılan Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi, ülkemizin toplam fındık üretiminin yaklaşık %70'ini karşılamaktadır. Son beş yıllık ortalama verilere göre yılda 600.000 ton kuru kabuklu fındık elde edilmektedir. Fındık üretiminin hem alan olarak hem de miktar olarak en fazla yapıldığı il Ordu'dur. İlin son beş yıllık ortalamalarına göre, yaklaşık 210.000 ha alandan ortalama 200.000 ton kuru kabuklu fındık elde edilmektedir. Türkiye'de birim alandan ortalama dekar başına 100 kg fındık üretilmesine karşın, bu miktarlar ABD'de 266 kg, İtalya'da 138 kg ve İspanya'da 123 kg olarak gerçekleşmektedir. Ülkemizde birim alandan elde edilen verim düşüklüğünün ana nedenlerinden birisi, fındık üretiminde boş meyve oluşumunun fazla olmasından kaynaklandığı ileri sürülmektedir (Seyhan et al 2007; Sobutay 2006; Islam et al 2005; Kalyoncu 2004; Karagulmez ve Usul 2004).

TÜİK (2014) verilerine göre, I. Standart bölgede yer alan iller arasında en fazla fındık dikim alanına %32 oranında Ordu, bunu sırasıyla %17 Giresun ve %9 Trabzon illeri izlemektedir. Son beş yıllık ortalama verilere göre, yılda 600.000 ton kuru kabuklu fındık elde edilmektedir. Fındık üretiminin hem alan olarak hem de miktar olarak en fazla yapıldığı il Ordu'dur. Ordu İli'nin son beş yıllık ortalamalarına göre, yaklaşık 227.000 ha'lık alandan ortalama 200.000 ton kuru kabuklu fındık elde edildiği bildirilmiştir (Anonim 2014). Ordu İli ülke üretiminin yaklaşık %25-30'nu tek başına karşılamaktadır. Ordu İli'nin dekar başına kabuklu fındık verimi 2011'den başlamak üzere sırasıyla 44, 64, 79 ve 37 kg olmasına karşın Samsun İli'nde bu değerler sırasıyla 59, 100, 77 ve 73 kg olmuştur (Anonim 2014). Ordu İli'nde fındık veriminin düşük olması birçok faktöre bağlıdır. Bunların başında arazi yapısının engebeli olması, kültürel işlemlere gereken önemin verilmemesi ve üreticiden kaynaklanan bazı yanlış uygulamalar olarak sayılabilir. Söz konusu fındık verimini sınırlayan faktörler arasından en başta üreticiden kaynaklanan hatalar gelmektedir. Özellikle dikim, budama, gübreleme, ilaçlama ve toprak işlemede yapılan hatalı uygulamalar öne çıkmaktadır. Ordu İli'nde kabuklu fındık veriminin düşüklüğünde etkili olan bazı toprak özelliklerinin başında toprakların az kireçli, eğimli, sığ, taşlı ve kayalı, su tutma kapasitesinin yetersizliği, aşırı kil içeriği, makro ve mikro besin elementi noksanlıkları, organik madde düzeylerinin yer yer düşük düzeyde olması gelmektedir. Genellikle üreticiler gübrelerin çeşit ve miktarlarına dikkat etmeden ve en

önemlisi toprak - yaprak analizlerine göre değil de komşu çiftçilerin uygulamalarına bakarak veya rastgele yapmaktadırlar.

Bitkiler yaşamsal etkinlikleri için gerekli enerjiyi fotosentezle ortaya çıkan organik bileşiklerden temin etmektedirler. Magnezyum, klorofil molekülünün yapıtaşı olmasıyla en başta fotosentez ve fizyolojik ve biyokimyasal reaksiyonda görev alan, bitkiler için son derece önemli olan ve bitkilere mutlak gerekli bir makro besin elementidir. Magnezyumun hücre çekirdeğinde, RNA sentezinde ve DNA oluşumunda görevleri bulunmaktadır. Ribozomun yapısına katılan Mg, protein sentezinde de önemli rol oynamaktadır (Marschner 1995). Genellikle ortamda bağımsız Mg^{+2} iyonunun yeteri kadar bulunmaması veya gereğinden fazla K^+ iyonunun bulunması durumunda protein sentezinde gerilemelerin olduğu bildirilmiştir (Marschner 2008). Asit karakterli topraklarda magnezyum bileşikleri bitkiye elverişsiz formlara dönüşebilmektedir. Bu durum, Mg'un yıkanması ve genişleyen tabaka yapısına sahip 2:1 tipi killerin bünyelerinde Mg'u adsorbe etmelerinden ileri gelmektedir. Toprakların doğal yapısından kaynaklanan asitliğin dışında, yanlış kullanımı (aşırı gübreleme, bilinçsiz ilaçlama vb.) neticesinde pH değerlerinde zaman zaman azalış görülmektedir. Böyle durumlarda da Mg bitkilere yarayışsız olmaktadır. Bitkilerin Mg ile yeterince beslenememesinin başka nedenleri de bulunmaktadır. Bunların başında elementler arasında yer alan antagonistik ilişkilerin varlığıdır. Bitkiler tarafından alınan Mg ile antagonistik etkileşim içinde olan H^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} , K^+ , Al^{3+} ve Na^+ katyonlarının varlığı da alınan Mg miktarını etkilemektedir. Magnezyum ile diğer katyonlar arasındaki rekabetin $K > NH_4 > Ca > Na$ sırasında olduğu ve Mg'un en kuvvetli rakibi potasyum olduğu bildirilmiştir (Merhaut 2007).

Bitkilerde Mg elementinin noksanlık belirtileri mobil olduğu için öncelikle yaşlı yapraklarda başlar ve yaprak damarları arasında ortaya çıkan sararmalar ve ilerleyen zamanlarda kahverengi benekler en ayırt edici belirtidir. Magnezyum noksanlığının görüldüğü yapraklar ışığa karşı hassas oldukları için erken dökülmelere neden olmaktadır. Bunun sonucunda da kök gelişiminin olumsuz etkilenmesi ve buna bağlı olarak verim ve kalite düşüklüğü ortaya çıkmaktadır (Marschner 2008). Magnezyum noksanlığı özellikle asit topraklarda görülmektedir. Özellikle toprak pH'sının 7'nin altındaki topraklarda yarayışlı Mg miktarı azalmaktadır. Bitkiler tarafından Mg alımı diğer elementler tarafından da olumlu ve olumsuz etkilenmektedir. Özellikle yaygın olarak kullanılan, azotlu gübre formuna göre olumlu ya da olumsuz etkilenebilmektedir. Amonyum azotu Mg alımını baskımlarken, nitrat azotu Mg alımını artırmaktadır. Besin maddeleri arasında antagonizmin en iyi bilinen örneklerinden birisinin K ve Mg arasında mevcut olduğu bilinmektedir. Aşırı K uygulaması sonucunda bitkilerde Mg noksanlığı görülmektedir.

Bu araştırmada Ordu İli'ndeki fındık veriminin düşüklüğünde Mg gübrelemesinin fındık verimi ve besin elementlerinin bitkiler tarafından alımı üzerine etkisi belirlenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

Araştırma Ordu İli Gülyalı-Alibeyköy (X:421353 ve Y:4534600 koordinatında) lokasyonunda çiftçi bahçesinde 2013 ve 2014 yıllarında iki yıl süre ile yürütülmüştür. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuş olup parseller arasında uygun mesafeler bırakılmıştır. Deneme: 4 toprak Mg x 4 tekerrür x 3 blok = 48 ocak şeklinde yürütülmüştür. Deneme alanına ait toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1 ve Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme Bahçesi Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analiz sonuçları

Lokasyon	X -GPS	Y-GPS	Rakım (m)	Bünye	pH	Kireç (%)	Org. mad. (%)
Gülyalı-Alibeyköy	421353	4534600	190	Tın	5,34	0,63	2,08

Çizelge 2. Bahçe Toprağının Gübreleme Öncesi Ekstrakte Edilebilir Makro ve Mikro Besin Element Konsantrasyonları (mg kg⁻¹)

Lokasyon	P	K	Ca	Mg	B	Fe	Cu	Zn	Mn
Gülyalı-Alibeyköy	20	116	2740	145	0,09	8,71	0,33	0,16	6,68

Deneme bahçesinin toprağı hava kurusu olacak şekilde kurutulduktan sonra 2 mm'den elenerek pH ve EC 1:2,5 toprak su süspansiyonunda, organik madde ise Walkey-Black yöntemine göre (Jackson 1962) belirlenmiştir. Kireç Scheibler Kalsimetresi (Hızalan & Unal 1966), bünye (tekstür) hidrometre yöntemiyle (Bouyocous 1951), bitkiye yararlı fosfor asit florürde çözünebilir fosfor mavi renk metodu uygulanmış okumalar spektrofotometrede yapılmıştır (Bray & Kurtz 1945). Alınabilir K, Ca ve Mg amonyum asetat (pH: 7,0) yöntemiyle belirlenmiştir (Pratt 1965). Ekstrakte edilebilir bor sıcak su yöntemine göre, 0,01 M CaCl₂ ile ekstrakte edilerek bitkiye yararlı bor ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry, Perkin Elmer Model DV 2100) cihazı ile belirlenmiştir (Bingham 1982). Topraklarda alınabilir Fe, Zn, Mn ve Cu örneklerin DTPA ile çalkalanmasıyla elde edilen süzüklerin ICP'de okunmasıyla belirlenmiştir (Lindsay & Norvell 1978).

Gübreleme öncesinde alınan yaprak örnekleri önce iki kez çeşme suyu ile, sonra da 1/10'luk

asit çözeltisi ile yıkanarak iki kez saf sudan geçirilip havlu peçete ile yaprak yüzeyindeki nem alınarak 65 °C'de havalı kurutma fırınında kurutulmuştur. Kurutulan yaprak örnekleri çelik iç aksama sahip öğütücü ile öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir (Chapman 1964; Kacar ve İnal 2010). Besin elementlerinin belirlenmesi için bitki örnekleri 0.25 g tartılmış ve kül fırınında 550 °C'de yakılarak kül haline getirilmiştir. Ardından 10 N HNO₃ (2 mL) ile kaynatılmış ve saf su ile 50 ml'ye tamamlanarak whatman mavi bant filtre kağıdından süzümüştür. Bu süzüklerde P, K, Ca, Mg, B, Fe, Zn, Cu ve Mn ICP-OES (Perkin Elmer 2100V) cihazında okuma yapılarak belirlenmiştir. Gübreleme öncesinde alınan yaprak örneklerinin besin elementleri konsantrasyonu Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Gübreleme Öncesi Alınan Yaprak Örneklerinin Makro ve Mikro Element Analiz Sonuçları

Lokasyon	P	K	Ca	Mg	B	Fe	Cu	Zn	Mn
	%				mg kg ⁻¹				
Gülyalı- Alibeyköy	0,242	1,72	2,67	0,116	11	321	6,9	31,6	502,5

Çalışmadan elde edilen sonuçlar; "SAS" istatistik paket programı kullanılarak tesadüf blokları deneme deseninde faktöriyel düzende varyans analizi tekniğine göre değerlendirilmiş ve yapılan varyans analizi sonucunda farklı grupları tespit etmede çoklu karşılaştırma yöntemlerinden LSD testi kullanılmıştır (Yurtsever 1984; İkiz et al 2000).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Topraktan Mg gübrelemesi sonrasında alınan yaprak örneklerinin analiz sonuçlarına göre, artan Mg dozları ile yaprakların Mg konsantrasyonları da artmıştır. Hiç Mg uygulanmayan kontrol fındık ocağının yaprak Mg konsantrasyonu %0,21 iken dekara 7.5 kg Mg gübrelemesinde %0.38 düzeyine yükselmiştir. Yapraklara olan taşınım dekara 15 kg ve 22.5 kg Mg gübrelemesi sonucunda kontrole göre artmasına rağmen 7.5 kg Mg gübrelemesi dozuna göre azalmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Magnezyum Gübrelmesi Sonrası Yaprak Örneklerinin Makro Element Konsantrasyonu (Sonuçlar \pm 12 paralelin ortalamasıdır)

2013-2014 Yılı	Dozlar	Ca	Mg	P	K
Uygulamalar	Mg da ⁻¹	(%)			
Kontrol (TO)	0.0 kg	1,09 \pm 0,17	0,21 \pm 0,01	0,115 \pm 0,016	0,653 \pm 0,088
Toprak (T1)	7.5 kg	1,03 \pm 0,25	0,38 \pm 0,03	0,107 \pm 0,019	0,459 \pm 0,119
Toprak (T2)	15.0 kg	1,05 \pm 0,13	0,34 \pm 0,04	0,106 \pm 0,008	0,553 \pm 0,120
Toprak (T3)	22.5 kg	1,00 \pm 0,10	0,32 \pm 0,02	0,110 \pm 0,016	0,502 \pm 0,110

Artan dozda Mg gübrelmesi sonucunda yaprakların potasyum konsantrasyonlarında da bir azalma meydana gelmiştir. Kontrol grubunda yaprakların K konsantrasyonu %0.653 iken 7.5, 15.0 ve 22.5 kg Mg da⁻¹ uygulaması sonucunda yaprakların potasyum konsantrasyonları sırasıyla %0.459, 0.553 ve 0.502 düzeyinde azalmanın olduğu saptanmıştır (Çizelge 4). Artan dozda Mg gübrelmesi sonucunda yaprakların B, Fe, Zn, Cu ve Mn konsantrasyonlarında önemli bir değişim görülmemiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Magnezyum Gübrelmesi Sonrası Yaprak Örneklerinin Mikro Element Konsantrasyonu (Sonuçlar \pm 12 paralelin ortalamasıdır)

2013 Yılı	Dozlar	B	Fe	Zn	Cu	Mn
Uygulamalar	Mg da ⁻¹	(mg kg ⁻¹)				
Kontrol (TO)	0.0 kg	18 \pm 2	196 \pm 14	19,2 \pm 0,9	5,85 \pm 1	375 \pm 77
Toprak (T1)	7.5 kg	17 \pm 1	208 \pm 13	22,0 \pm 0,7	6,34 \pm 1	355 \pm 61
Toprak (T2)	15.0 kg	17 \pm 1	228 \pm 7	27,5 \pm 1,1	6,56 \pm 1	396 \pm 62
Toprak (T3)	22.5 kg	18 \pm 1	185 \pm 13	20,0 \pm 0,7	6,72 \pm 1	424 \pm 77

Magnezyum Gübrelmesinin Fındık Verimi ve Randımanı Üzerine Etkisi

Toprak Mg konsantrasyonu 145 mg kg⁻¹ olan Gülyalı-Alibeyköy lokasyonunda iki yıl üst üste artan dozlarda (0, 7.5, 15.0 ve 22.5 kg Mg da⁻¹) Mg gübrelmesinin fındık verimi üzerine olan etkisi Çizelge 6'da verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, artan dozda Mg gübrelmesinin fındık verimi üzerine olan etkileri istatistiki olarak farklı olmuştur. Kontrol ocaklarının verimi dekar başına 47.50 kg iken 7.5 kg Mg da⁻¹ gübrelmesi sonucunda verimin 52.0 kg düzeyine arttığı görülmüştür. Dekar başına 15.0 kg Mg gübrelmesi sonucunda en yüksek fındık verimi

54.42 kg düzeyinde elde edilmiştir. Dekara 22.5 kg Mg gübrelemesindeki artış kontrole göre ortalama değer olan 50.77 kg'ın altında kalmıştır. Artan dozda Mg gübrelemesinde dozlar arasında istatistiki olarak farklar olduğu ve en uygun dozun dekara 15.0 kg Mg gübresi uygulamasında elde edildiğini ve $**P<0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 7).

Çizelge 6 Magnezyumlu Gübrelemenin Tombul Fındık Çeşidinin Randıman ve Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi

Uygulamalar	Randıman (%)	Kabuklu fındık ağırlığı (g)	İç fındık ağırlığı (g)
0.0 kg Mg da-1	47,27 ± 1,40c	179,70 ± 4,37c	90,04 ± 1,38d
7.5 kg Mg da-1	50,40 ± 1,02a	185,31 ± 3,22b	93,55 ± 1,63c
15 kg Mg da-1	51,51 ± 0,57a	199,46 ± 3,90a	104,21 ± 2,40a
22.5 kg Mg da-1	46,71 ± 1,19b	200,00 ± 2,63a	96,66 ± 1,64b
F	<.0001	<.0001	<.0001
LSD	0.90	2.96	1.49

Diğer taraftan, artan dozda Mg gübrelemesinin fındık randımanı üzerine olan etkileri istatistiki olarak farklı olmuştur. Kontrol ocaklarından elde edilen fındık randımanı %47.27 iken dekara 7.5 kg Mg gübrelemesi sonucunda %50.40 kg düzeyine yükselmiştir. 15.0 kg Mg da⁻¹ dozu ile en yüksek fındık randımanı %51.51 düzeyine artmış olup söz konusu artış $P<0,001$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 8).

Çizelge 7. Toprakdan Mg Gübrelemesinin Fındık Verimine Etkisi (kg da⁻¹)

Deneme Yeri ve Yılı	Toprakdan Uygulama				Ortalama
	T0	T1	T2	T3	
2013 ve 2014					
Gülyalı-Alibeyköy	47,50 d	52,0 b	54,42 a	49,17 c	50,77
F değeri<.0001					
LSD1.187					

Çizelge 8. Toprakdan ve Yaprakdan Magnezyum Gübrelemesinin Fındığın Randımanı Üzerine Etkisi (%)

Deneme Yeri ve Yılı	Toprakdan Uygulama				Ortalama
	T0	T1	T2	T3	
2013 ve 2014					
Gülyalı-Alibeyköy	47,27 c	50,40 b	51,51 a	46,71 c	48,97
F değeri<.0001					
LSD 0.90					

Magnezyum Gübrelemesinin Fındığın Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi

Magnezyum gübrelemesinin fındığın kalitesi üzerine olan etkisi Çizelge 6 ve Çizelge 9'da verilmiştir. Artan dozda Mg gübrelemesi ile fındığın bazı kalite özellikleri de pozitif olarak etkilenmiştir. Artan Mg uygulamasıyla en yüksek doz hariç, dekara 7.5 ve 15 kg Mg uygulaması ile sağlıklı fındık sayısı artmış, buruşuk fındık ve boş fındık sayısı ise azalmıştır. Kabuklu fındık ağırlığı da artan Mg dozları ile artmış ve bu artışlar da $P<0,001$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 6).

Çizelge 9. Magnezyumlu Gübrelemenin Tombul Fındık Çeşidinin Randıman ve Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi

Uygulamalar (Mg da ⁻¹)	Fındık (%)	Boş Fındık (%)	Buruşuk fındık (%)	Kabuk kalınlığı (mm)
0.0 kg	87,75 ± 0,88c	7,28 ± 0,40a	3,47 ± 0,36b	1,29 ± 0,05
7.5 kg	89,85 ± 0,96b	6,35 ± 0,56b	2,25 ± 0,17c	1,30 ± 0,07
15 kg	91,86 ± 0,46a	4,77 ± 0,46b	2,19 ± 0,13c	1,28 ± 0,06
22.5	86,64 ± 0,62d	6,55 ± 0,34c	5,47 ± 0,48a	1,30 ± 0,06
F	<.0001	<.0001	<.0001	
LSD	0.62	0.37	0.27	

Dekara 15 kg Mg gübrelemesi ile iç fındık ağırlığı 104,21 g düzeyine yükselmiş ve bunun da $P<0,001$ düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur (Çizelge 6).

Kontrol ocaklarında buruşuk fındık oranı %3,47 düzeyinde iken 15.0 kg Mg da⁻¹ dozu ile %2,19 düzeyine gerilemiş ve istatistiki olarak $P<0,001$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 9).

4. TARTIŞMA

Bitkilerin Mg içerikleri kuru maddenin %0.1'i ile %0.5'i arasında değişmektedir. Bitkilerde fotosentezin meydana gelmesinde, karbonhidrat metabolizmasında ve bitki bünyesinde meydana gelen çeşitli enzimatik reaksiyonlarda kofaktör olarak yer alması nedeniyle eksikliğinde verim düşer ve fizyolojik işlevler yerine getirilemez (Marschner 1995). Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yağışların fazla olması nedeniyle Mg ve K gibi elementlerin noksanlığı görülebilmektedir. Özkutlu ve ark. (2015) Ordu İli'nde yapmış olduğu tarama çalışmasında; 337 farklı noktadan alınan toprak örneklerinin analiz sonuçlarında fındık bahçesi topraklarında Mg için sınır değer olan 50-160 ppm arasında olduğunu ve bu durumda Ordu İli fındık bahçelerinin %24'ünün Mg bakımında yetersiz beslendiğini belirlemişlerdir.

Benzer sonuçlar, Horuz (1996) tarafından Terme ve Ünye ilçelerindeki fındık bahçelerinde, Tarakçıoğlu (2003) tarafından Ordu İli fındık bahçelerinde, Adiloğlu (2005) tarafından Trabzon İli fındık bahçelerinde elde edilmiştir. Kurak ve yarı kurak bölgelerde Mg noksanlığına rastlanmaz iken yağışlı bölgelerde topraklarda yaygın Mg noksanlığına rastlanmaktadır. Magnezyum iyonu Ca^{+2} iyonuna benzer şekilde çoğunlukla topraktan yıkanabilmektedir. Mengel ve Kirkby (1987)'nin bildirdiğine göre, Mg'un topraktan yıkanma oranı yılda 0.2 - 3.0 kg Mg da⁻¹ düzeyindedir.

Toprakta bitkilere yarayışlılık Mg sınırı 50-160 ppm arasında olan ve Mg'ca yetersiz beslenen, toprak Mg konsantrasyonu 145 ppm olan bir çiftçi bahçesine MgSO₄.7H₂O ile 0, 7.5, 15.0 ve 22.5 kg Mg da⁻¹ gübrelemesi sonucunda fındık verimi ve randımanı artmış, buruşuk ve boş fındık oluşumu da azalmıştır. Mg gübrelemesiyle kabuklu fındık ağırlığı ve iç fındık ağırlığı da pozitif etkilenerek artmıştır. Benzer sonuçlar Özenç (2014) tarafından Giresun Fındık Araştırma Enstitüsü'nde yapılan bir araştırmada da belirlenmiştir. 15 kg Mg da⁻¹ gübre uygulamasıyla 174.7 kg da⁻¹ fındık elde edilmiş ve kontrole göre bir artış sağlanmış olup elde ettiğimiz bulguyla benzerlik göstermektedir. Bu sonuçlar gösteriyor ki yıkanma ile Mg'un ortamdaki uzaklaşmasıyla ortama Mg uygulandığında bitkilerin Mg ile beslenmesi gerçekleşmekte olup bitkinin fizyolojik işlevlerini tam olarak yerine getirdiğinden verime pozitif olarak yansımıştır. Fındık verimine paralel olarak Mg uygulamasının randıman üzerine etkileri de pozitif olmuştur. Ancak en yüksek (22.5 kg da⁻¹) doz uygulamasında randıman negatif yönde etkilenmiştir. Kontrol ocaklarının fındık randımanı %47.27 iken en yüksek Mg uygulamasıyla %46.71'e düşmüştür. Kontrol ocaklarında randıman %47.27 iken dekar başına 15.0 kg Mg uygulamasıyla %51.51'e yükselmiştir.

Sonuçlara göre, Karadeniz Bölgesi'nde benzer toprak ve bitki koşullarında Mg noksanlığı olan alanlara 15.0 kg Mg da⁻¹ gübrelemesi önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma Ordu Üniversitesi Bilimsel Projeleri Destekleme (BAP) Birimi tarafından AR-1348 nolu projeye desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

Adiloglu A., Adiloglu S (2005). An Investigation on Nutritional Problems of Hazelnut Grown on Acid Soils, Communications in Soil Science and Plant Analysis, 36:15-16, 2219-2226

Bingham F T (1982). Boron. In: Page, A.L.(Ed.), Methods of soil analysis. Part 2, Am. Soc. Argon. Madison, WI. pp:431-448

- Bouyocous G L (1951). A recalibration of hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal*,43:434-438
- Bray R H & Kurtz L T (1945). Determination of Total, Organic and Available Forms of Phosphorus in Soils. *Soil sci.*59: 39-45
- Chapman H D (1964). Foliar sampling for Determining the Nutrient Status of Crops. *Worlds Crops.* 16(3): 36-46
- Horuz A (1996). Terme-Ünye Fındık Bahçesi Topraklarının Besin Element Durumu ve Bunların Bazı Toprak Özellikleri ile Olan ilişkileri. O.M.Ü. Fen Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi, s: 119
- Hızalan E & Ünal H (1966). Topraklarda Önemli Kimyasal Analizler. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, 278
- İkiz F., Püskülcü H. & Eren Ş (2000). İstatistiğe Giriş, Fakülteler Kitabevi, İzmir, 379-433
- İslam A., A. I. Özgüven, S. Z. Bostan & T. Karadeniz (2005). Relationships among nut characteristics in the important Hazelnut cultivars. *Pakistan. Journal of Biological Sciences.* 8: 914–917
- Jackson M L (1962). *Soil Chemical Analysis.* Prentice Hall Inc. 183 p
- Kacar B & A İnal (2010). Bitki Analizleri. Nobel Yayınevi, ISBN: 978-605-395-036, s 912
- Kalyoncu İ H (2004). Ülkemiz Milli Meyvesi Olan Fındık Yetiştiriciliğinde Uygulanması Gereken Ülkesel ve Bölgesel Gerçekçi Politikalar. 3.Milli Fındık Şurası Kitabı. 10-14 Ekim 2004, Giresun (Editör: Prof. Dr. Turan Karadeniz). 245-266
- Karagulmez K & Usul M (2004). Fındığın Genel Durumu Sorunları ve Çözüm Önerileri, 3. Milli Fındık Şurası, Giresun Sf: 170-177
- Lindsay W L & Norwell W A (1978). Development of a DTPA soil test for Zn, Fe, Mn and Cu. *Soil Science Society America: Proc.*,42:421-428
- Marschner H (1995). Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, London GB
- Marschner H (2008). Mineral Nutrition of Higher Plants. Digital Print. Academic Press., pp. 889
- Mengel K & Kirby E A (1987). Principles of plant nutrition. International Potash Institute. Bern
- Merhaut D.J (2007). Handbook of Plant Nutrition. Ed: Barker A V, Pilbeam D J. CRC Press Taylor&Francis Group, LLC, 145-181
- Özenç N (2014). Effect of magnesium fertilization on some plant nutrient interactions and nut quality properties in Turkish hazelnut (*Corylus avellana* L.) scientific research and essays vol. 10 (14), pp. 465-470
- Özkutlu F., Korkmaz K., Özenç N., Aygün A., Taşkın B., Şahin Ö., Burkan O & Kahraman M (2015). Ordu ve Samsun yörelerinde fındığın bor beslenme durumunun incelenmesi ve toprak ve yapraktan yapılan bor gübrelemesinin verime etkisinin belirlenmesi. Ulusal Bor Enstitüsü Başkanlığı 2012.Ç0366 nolu proje sonuç raporu (yayınlanmamış)
- Pratt Pf (1965). Methods Of Soil Analysis. Part 2.Chemical And Microbiological Properties.Ed.C.A. Black. Amer. Soc. of Agron. Inc. Pub. Agron. Series No. 9

- Seyhan F., Ozay G., Saklar S., Ertas E., Satır G & Alasavar C (2007). Chemical changes of three native Turkish hazelnut varieties (*Corylus avellana* L.) during fruit development. Food Chemistry 105: 590–596
- Sobutay T (2006). Fındık Sektör Araştırması, İstanbul Ticaret Odası Dış Ticaret Şubesi Uygulama Servisi
- Tarakcıoğlu C., Yalcın R., Bayrak A., Kucuk M & Karabacak H (2003). Ordu Yöresinde Yetiştirilen Fındık Bitkisinin (*Corylus Avellana* L.) Beslenme Durumunun Toprak ve Yaprak Analizleriyle Belirlenmesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 9: 13-22
- TÜİK (2014). Türkiye İstatistik Kurumu verileri. www.tuik.gov.tr
- Yurtsever N (1984). Deneysel İstatistik Metotları. Tarım Orman ve Koy İşleri Bakanlığı, Koy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara

Gıda Mühendisliğinde Deneysel Araştırmalar İçin Yoğun Olarak Kullanılan Deneme Modelleri

Murat ÇİMEN

Tunceli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Tunceli

Özet

Gıda Mühendisliğinde deneysel araştırmalar için yoğun olarak kullanılan deneme modelleri sahada kullanılan istatistik yöntemlere uygun olmalıdır. İstatistiksel analizler bir araştırma metodolojisi olarak istatistik kullanan tüm deneysel araştırmalar için elzemdir. Bilim ve mühendislik alanındaki pek çok önemli deneysel araştırmalarda istatistiksel analiz gereklidir. Gıda bilimi alanındaki araştırmacıların birçok alanda kullanılan yararlı deneme modellerini bilmeye ihtiyaçları vardır. Bu çalışmada Gıda Mühendisliği alanında kullanılan tek ve çok faktörlü modeller gibi deneme modelleri hakkında temel bilgiler verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gıda; Mühendislik; Deneysel Araştırmalar; Deneme modelleri

Experimental Models Used Extensively For Empirical Researches In Food Engineering

ABSTRACT

Experimental Models Used Extensively for Empirical Researches in Food Engineering should be favorable based on statistical methods in this area. Statistical analysis is basic to all empirical researches that use statistics as a research methodology. Many important experiments in natural science and engineering need statistical analysis. Researchers in food science need to know useful experimental models as so many areas use it. Basic information is given in this study about experimental models such as one and multiple factor models in food engineering.

Keywords: Food; Engineering; Empirical Researches; Experimental Models

mcimen@tunceli.edu.tr

GİRİŞ

Bilimsel nitelikli deneysel araştırmaların kurulması, yürütülmesi ve elde edilen verilerin istatistiksel analizlerinde deneme öncesi yapılan planlamalar büyük önem taşımaktadır (Açıkgöz 2001). Deneme öncesi planlamalarda yapılacak hata denemede elde edilecek sayısal verilere istatistik yöntemler uygularken birçok zorluğu beraberinde getirmekte ve ayrıca istenilen sonuçlara ulaşmada çoğu zaman yetersizlikler oluşturmaktadır (Saunders2009). Bu sebeple mühendislik alanında çalışan kişilerin alanlarında yoğun olarak kullanılabilirliği olan deneme modellerini bilmeleri o modellere uygulanacak en uygun istatistikî yöntemleri seçmelerinde avantaj sağlayacaktır. Aslında deneme modelleri ile ilgili birçok yayın literatürde olmakla birlikte, bu modeller çoğunlukla Sosyal Bilimlerin deneme modellerini tanımlamaktadır (Howel 1987). Sosyal Bilimlerin çokça üzerinde durduğu anket çalışmaları dışında, daha çok laboratuvar ve deneme sonuçları ile ilgilenen fen ve mühendislik alanında çalışan kişilerin kendi alanlarında en yaygın olarak kullanılan deneme modellerini tanımaları ve bu modellere uygulanacak istatistikî yöntemleri bilmeleri büyük önem taşımaktadır. Yapılan literatür taramasında fen ve mühendislik alanında yoğun olarak kullanılan deneme modellerinin tanımlanması üzerine yayınlanmış bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Son yıllarda Gıda Mühendisliği alanında istatistiksel kontrollerin yapıldığı araştırmalar literatürde artış göstermiştir (Çimen et al 2009; Çimen & Tekeloğlu 2011; Eryılmaz et al 2013; Tekelioğlu et al 2010; Tekeloğlu & Çimen2011). Bu çalışma, özellikle Gıda Mühendisliği alanı ile ilgili laboratuvar ve deneysel çalışmalarda kullanılan bağımsız ve bağımlı değişkenler dikkate alınarak bu değişkenlere göre oluşturulan deneme modellerinin tanımlanması ve bu modellere uygulanabilecek istatistikî yöntemlerin neler olabileceği konusunda fikir vermek amacıyla ele alınmıştır.

1. GIDA MÜHENDİSLİĞİNDE YOĞUN OLARAK KULLANILAN DENEME MODELLERİ

1.1. Tek Faktörlü Deneme Modeli

Bu deneme modelinde bir bağımsız değişkenin, bağımlı değişken veya bağımlı değişkenler üzerindeki etkisi araştırılmaktadır (Ntoumanis 2005). Bağımsız değişken

denince bağımlı değişkene etki eden ve onu değiştiren değişken akla gelir. Örneğin çevre sıcaklığının meyve asitliğine etkisinden bahsedilirken bağımsız değişken çevre sıcaklığıdır. Bağımlı değişken ise çevre sıcaklığına göre değişen meyve asitliğidir. Tek faktörlü deneme modelinde tek bağımsız değişken (çevre sıcaklığı gibi) vardır. Tek bağımsız değişken bir bağımlı değişkene (asitlik gibi) veya birden fazla bağımlı değişkene (asitlik, protein, kuru madde vb.) etki edebilir. Tek faktörlü deneme modelinde, bir bağımsız değişkene göre oluşturulan muamele gruplarının sayısına bağlı olarak alt grupları oluşturmak mümkündür:

1.1.1. Tekli Muamele Grubu

Bu modelde parametrik test yöntemlerini uygulayabilmek için bir muamele grubu içinde en az 7 mümkünse 10 adet tekerrür oluşturulur. 7'den az tekerrür sayısında non-parametrik yöntemleri uygulamak daha sağlıklı sonuçlar verecektir (Çimen 2015). Tekli muamele grubuna aşağıdaki örneği verebiliriz (Çizelge 1).

Çizelge 1. Tunceli sarımsağında besin parametreleri

Tekerrür (N)	Su, %	Organik madde, %
1	84.2	13.5
2	84.5	13.6
3	84.3	13.9
4	84.2	13.2
5	84.5	13.4
6	84.4	13.5
7	84.3	13.7

Yukarıdaki Çizelge'de bir araştırmacı Tunceli sarımsağından 7 adet örnek veya diğer deyişle tekerrür (parametrik yöntemleri uygulayabilmek için) almış ve bunlarda su ve

organik madde oranlarını bulmuştur. Şimdi hemen şu soru akla gelebilir. “Böyle bir veriden ne tür araştırmalar çıkarılabilir?” Bu soruya yanıt verebilmek için yeterli bir istatistik ve veri analizi bilgisine sahip olmak gereklidir. İlk önce böyle bir veri ile genel bir popülasyon ortalaması ve standart sapma değerleri verilerek söz konusu çeşide ait betimsel istatistik dediğimiz genel tanımlayıcı bir istatistikten yararlanılabilir [9]. Eğer örneklerimize ait ortalama değerlerin başka bir grubun ortalama değerleriyle karşılaştırılması isteniyorsa, iki grup ortalamalarının karşılaştırmaları (bağımsız ve bağımlı iki örnek t testi) veya varyans analizi (2’den fazla grup ortalamalarının karşılaştırılması) yöntemlerinden yararlanamayız. Çünkü elimizde bir tane grup vardır. Bu bir tane grup eğer ortalama değer olarak karşılaştırma yapılmak isteniyorsa ancak referans değerleri ile karşılaştırılabilir. Referans değer olarak, örneğin ülke standartlarında veya Dünya Sağlık Örgütü’nün bildirdiği normal bir sarımsakta olması gereken referans değerler (su ve organik madde için) varsa bizim grubumuzdan elde ettiğimiz ortalama değerler bu referans değerler ile karşılaştırılabilir. Bu karşılaştırmanın yapılabilmesi için ilk önce grubumuzdan elde ettiğimiz verilere normal dağılım testi uygulamamız gerekecektir. Verilerimiz normal dağılım gösteriyorsa parametrik test yöntemi olan tek örnek t testini kullanabiliriz (Çimen 2011). Eğer verilerimiz normal dağılım göstermiyorsa veya N (tekerrür) sayımız 7’nin altında ise tek örnek t testini uygulamamız sağlıklı olmayacaktır. Bu durumda Wilcoxon Tek Örnek İşaret Sıralaması Testi uygulanmalıdır (Box 2005). Eğer verilerimizi ortalama bazında karşılaştırma şeklinde değil de bağımlı değişkenler (bizim örneğimizde su ve organik madde) arası ilişkilerin belirlenmesi şeklinde bir araştırma düşünüyorsak bu seferde yine normal dağılım gösteren verilerimize regresyon analizi veya korelasyon analizi uygulamamız mümkündür. Regresyonda bir değişkenin diğeri üzerine bağımlı ilişkisinden söz edilirken, korelasyonda iki değişken arasındaki ilişkinin şiddeti ve yönünü saptamak esas amaçtır (Hair 2006). Araştırmamızda “su içeriğine bağlı olarak organik madde nasıl değişir?” diye sorduğumuzda regresyon analizinden yararlanılırken, su ve organik madde içerikleri arasındaki ilişkinin şiddeti ve yönünü birbirlerine bağımlılık aramadan saptamak için korelasyon analizinden yararlanmak mümkündür.

1.1.2. İkili Muamele Grubu

Bu modelde iki muamele grubumuz vardır. İki gruptan elde edilen bağımlı değişkenlere ait verilerin analizi sonucunda iki muamele grubunu ortalama bazında karşılaştırmamız mümkündür. Bunun için ilk önce her iki muamele grubunu da normal dağılım testine tabi tutmamız gerekir. Normal dağılım görülmesi halinde parametrik test yöntemlerinden yararlanabiliriz. Bu arada her iki grupta da tekerrür sayısının 7 den aşağı olmamasına dikkat etmek gerekmektedir. Söz konusu ikili muamele gruplarında bağımsız ve bağımlı gruplar olmak üzere iki alt grup olabilir (Hinton 2004). Bu gruplara göre uygulayacağımız istatistikî yöntemler farklılık gösterecektir.

1.1.2.1. Bağımsız Gruplar

İki muamele grubunun fertleri veya örnekleri farklı iki popülasyondan geliyorsa bu gruplar arasında bağımlılık şartı aranmaz. Bu şekilde birbirinden bağımsız iki muamele grubundan elde edilen bağımlı değişkenlere ait ortalamaların iki grup arasında karşılaştırılmasında bağımsız iki örnek t testinden yararlanır (Norusis 1993). Eğer veriler yeterli değilse (7'den az) veya homojenlik şartı sağlanamamışsa bağımsız iki örnek t testi yerine, bu testin non-parametrik karşılığı olan Mann Whitney U testi tercih edilmelidir. Bu modele örnek olarak; Tunceli Sarımsağı ile Kastamonu Taşköprü Sarımsağını bağımlı değişkenler (su oranı ve organik madde gibi) bakımından karşılaştırmak istiyorsak veriler parametrik özellikte ise bağımsız iki örnek t testinden, değilse Mann Whitney U testinden yararlanmamız gerekecektir (Hair 2006).

1.1.2.2. Bağımlı Gruplar

İki muamele grubunun fertleri veya örnekleri aynı popülasyondan geliyorsa ve iki muamele grubu, bu tek popülasyonun iki farklı zaman dilimi veya iki farklı ortamdan elde edilmiş değerlerine göre oluşturulmuşsa bağımlı gruplar altında anılır. Bu deneme modelinde aynı popülasyonun fertleri veya örneklerinden elde edilen verilerin iki farklı zamana göre veya farklı iki ortamda nasıl farklılık gösterdiği gibi bir mantık yürütülür (Ntoumanis 2005) . Bu modelde veriler parametrik özellikte ise Bağımlı iki örnek t testinden, değilse Wilcoxon Signed Rank testinden yararlanır (Çimen 2015). Tunceli

Sarımsağı örneğinden yola çıkarsak, yine en az 7 adet Tunceli Sarımsağı örneğimiz olduğunu düşünelim. 7 adet Tunceli Sarımsağını ilk önce hasadın ilk gününde 1. örnekten başlayarak 7 örnek için her bir örnekten alınan bir iki diş üzerinde organik madde ve su oranları saptanır. Daha sonra hasattan 2 ay sonra (60.gün) yine her bir örnekten sırayla alınan dişlerde organik madde ve su örnekleri saptanır. Böylece Hasadın 1. günü ve 60. günü için her bir örneğe ait ilk gün ve 60. gün su ve organik madde değerlerine ait veriler olacaktır. Böylece her bir örneğin ilk gün ve 60. günleri arasındaki değişimleri dikkate alınarak iki farklı zaman diliminde su ve organik madde ortalamaları bakımından farklılık olup olmadığı test edilebilir. Veya 7 adet sarımsağı ilk önce soğukta sonra sıcakta bekleterek, soğukta beklerken alınan dişlerden elde edilen su ve organik madde oranları ile aynı örnekleri daha sonra sıcakta bekleterek su ve organik madde değerleri belirlenebilir. Böylece ya farklı iki zaman dilimine göre veya iki farklı ortama göre aynı örnekler üzerinden alınan değerleri ortalama bazında karşılaştırma imkânı olacaktır. Bağımsız iki örnek t testinde iki muamele grubunun örnekleri birbirinden farklı olduğu için farklılıklar belirlenirken örnekler arasında ilişki aranmaz. Ancak bağımlı iki örnek t testinde aynı örneklerin farklı iki zaman dilimi veya farklı iki ortamdaki elde edilen verileri karşılaştırılırken örneklerin değişimlerinin yönü ve şiddetini belirlemek için söz konusu testin içinde korelasyon analizi sonuçları da verilmektedir. Bağımlı iki örnek t testinde farklı iki zaman veya iki ortama göre ortalamalar arasında farklılıkların olup olmadığı belirlenirken, her bir örnekteki verilerin zaman veya ortam farklılığına göre paralel yönde değişip değişmediği de test edilmiş olur (Hinton 2004).

1.1.3. İki Deneye Fazla Muamele Grubu

Bu deneme modelinde yine bir bağımsız değişken vardır. Ancak bir bağımsız değişkenin en az 3 muamele grubu olmalıdır. Muamele grupları bir veya birden fazla bağımlı değişkene göre karşılaştırılır (Leech 2005). Bağımlı değişken sayısına göre sınıflandırılacak olunursa;

2.1.3. Tek Bir Bağımlı Değişkene Göre

Bu deneme modelini anlayabilmek için örnek olarak yine sarımsak üzerinden gidilirse, bağımsız değişkenimiz sarımsak çeşitleri olacaktır. Tunceli Sarımsağı, Kastamonu Sarımsağı ve İspanyol Sarımsağı olarak 3 grubu tek bir bağımlı değişkene (su oranı gibi) göre karşılaştırmak istersek Tek yönlü Anova (One Way Anova) testinden yararlanmamız gerekecektir. Varyans analizi yapabilmek için verilere homojenlik testi uygulamak gerekecektir. Veriler homojense ve tekerrür sayısı yeterli ise (her bir muamele grubu için en az 7) Tek yönlü Anova, değilse Kruskal Wallis testinden yararlanmak gerekecektir (Hair 2006).

2.1.4. En Az İki Bağımlı Değişkene Göre

Burada yine örnek üzerinden gidilirse, Tunceli Sarımsağı, Kastamonu Sarımsağı ve İspanyol Sarımsağı olarak tek bir bağımsız değişkenden (sarımsak çeşitleri) oluşan en az 3 grubun birden fazla bağımlı değişkene (su oranı, organik madde oranı, vb. gibi) göre karşılaştırması yapılır. Veriler homojenlik gösteriyorsa ve tekerrür sayısı yeterli ise Tek yönlü Manova, değilse Kruskal Wallis testinden yararlanmak gerekecektir (Hair 2006).

1.2. Çok Faktörlü Deneme Modeli

Bu deneme modelinde iki veya daha fazla bağımsız değişkenin, tek bir bağımlı değişken veya birden fazla bağımlı değişken üzerindeki etkisi araştırılmaktadır (Howel 1987). Bu deneme modelini de anlayabilmek için sarımsak örneği üzerinden gidersek, daha önce tek bir bağımsız değişken olarak sarımsak çeşitleri ele alınmıştı. Sarımsak çeşitlerinden başka ayrıca depolama sıcaklıklarının da bağımlı değişken veya değişkenler üzerindeki etkisi araştırılmak istendiğinde bu deneme modeli çok faktörlü deneme modeline girecektir. Bağımsız değişkenler olarak en az 3 grup olan sarımsak çeşitleri (Tunceli sarımsağı, Kastamonu sarımsağı, İspanyol sarımsağı) ve yine en az 3 grup olan depolama sıcaklıkları (Soğuk, ılık, sıcak) için sarımsaktaki su oranları ele alınırsa, iki bağımsız değişken ve bir bağımlı değişken için aşağıda tabloda verilen deneme modeli oluşacaktır. Aşağıdaki tabloda her bir sarımsak çeşidi için, her bir sıcaklık ortamında en az 3 tekerrürden oluşan bir plan yapılmıştır. Dikkat edilirse burada her grup için en az 7

tekerrür değil en az 3 tekerrür denilmiştir. Bunun sebebi ise her bir sarımsak için 9 tekerrür (3 Soğuk+3 ılık +3 sıcak) oluşmaktadır. Yine her bir sıcaklık içinde 9 tekerrür (3 Tunceli+3 Kastamonu+3 İspanyol) alınmış olacaktır.

Çizelge 2. Sarımsak çeşitlerinin farklı depolama ortamlarında su oranları (%)

	Tunceli Sarımsağı	Kastamonu sarımsağı	İspanyol sarımsağı
Soğuk	84.2, 84.5, 84.6	84.1, 84.2, 84.7	85.2, 85.5, 84.9
Ilık	83.5, 83.7, 83.6	84.0, 84.1, 83.6	85.0, 84.5, 84.6
Sıcak	83.2, 83.5, 83.0	83.2, 83.5, 83.2	83.2, 83.3, 83.1

Çizelgede iki bağımsız değişken (sarımsak çeşitleri ve depolama sıcaklıkları) ve bir bağımlı değişken (su oranı) için veri seti verilmiştir. Bu veri setine uygulanacak istatistikî test yöntemi İki Yönlü Anova (Two Way Anova)'dır. Eğer iki bağımsız değişkenin burada olduğu gibi tek bir bağımlı değişkene göre değil de birden fazla bağımlı değişkene (Su oranı, organik madde oranı vb. gibi) göre istatistikî olarak analizi yapılacaksa İki Yönlü Manova (Two Way Manova) testinden yararlanılmalıdır (Kaps 2004). İki yönlü varyans analizinin non-parametrik karşılığı olan test yöntemi bulunmamaktadır. Ayrıca bağımsız değişken sayısı 3'e (Sarımsak çeşidi, depolama sıcaklığı, depolama süreleri) çıkarılırsa 3 yönlü, 4'e çıkarılırsa 4 Yönlü varyans analizlerini de uygulamak mümkün olsa da böyle bir deneme modelini kurmak ve veri toplamak zor olduğundan araştırmalarda çok fazla kullanılan deneme modelleri değillerdir. Mevcut çalışmada özellikle Gıda Mühendisliği alanında yoğun olarak kullanılan veya kullanılabilecek olan deneme modelleri ve bu deneme modellerine uygulanabilecek istatistikî yöntemler izah edilmeye çalışılmıştır. Deneme modellerinin iyi anlaşılması araştırmacıları ulaşmak istedikleri sonuca en uygun planı yapmaları konusunda büyük katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Açıkgöz, N., (2001). Tarımsal Araştırmaların İstatistiki Değerlendirilmesinde Yapılan Bazı Hatalar. Tek Faktörlü Denemeler. *Anadolu*, 1: 135-147.
- Saunders, M, Lewis, P. & Thornhill, A., (2009). Research Methods for Business Students. Fifth Edition. ISBN: 978-0-273-71686-0. England.
- Howel, D.G., (1987). Statistical Methods for psychology. (Second Edition) USA. ISBN-10 171-0271-11811-0. Pp.88-89.
- Çimen, M., S. Yildirim & T. Bayril, (2009). Biochemical properties of milk from machine milked Holstein cows in early and late lactation period. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 2(3): 138-140
- Çimen, M. & Tekelioğlu, O. (2011). Tokat İlinde Makineli Sağımın Elde Edilen İnek Sütlerinde Toplam Yağın Türk ve Avrupa Birliği Standartlarına Uygunluğunun Belirlenmesi. *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 1(2): 45-48.
- Eryılmaz, M., M. Çimen, H. Eryılmaz, A. Özer, Karataş, S. & İnal, T., (2013). Kış ve İlkbahar Mevsimlerinde Tunceli İli Pertek İlçesinden Elde Edilen İnek Sütlerinin Kaliteli Peynir ve Tam Yağlı Yoğurt Yapımına Uygunluğunun Belirlenmesi. *II. International Tunceli (Dersim) Symposium*. 20-22 September. Tunceli
- Tekelioğlu O., M. Çimen, T. Bayril & Dilmaç, M., (2010). Makineli Sağımın Erken Kış Döneminde Elde Edilen Sütlerde Yağlılık Düzeylerinin Haftalık Değişimi. *Hasad Dergisi*, 301: 40-42.
- Tekelioğlu, O. & Çimen, M., (2011). Yaz Mevsimi Başlangıcında Makineli Sağımın Elde Edilen Sütlerde Asitlik Analizi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*. 6(3):23-6.
- Ntoumanis, N., (2005). A Step-by-Step Guide to SPSS for Sport and Exercise Studies. Published in the USA and Canada by Routledge Inc. ISBN: 0-415-24978-3. (Print Edition) 29 West 35 th Street, New York, NY 10001.
- Çimen, M., (2015). Fen ve Sağlık Bilimleri Alanlarında Spss Uygulamalı Veri Analizi. Palme Yayıncılık, Yayın No: 905, ISBN: 978-605-355-366-3. Sıhhiye, Ankara.
- Çimen M., (2012). Gıda Mühendisliği Alanındaki Araştırmalarda Tek Örnek T-Testinin Kullanımı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 7(3), 11-16.
- Box, G.E.P., Hunter, J.S. & Hunter, W.G., (2005). Statistics for Experimenters. Design, innovation, and Discovery. Second Edition. Wiley interscience. A John Wiley&Sons, Inc., Publication. ISBN-13 978-0471-71813-0.
- Hair, J.F., Black, W.C., Babin, B.J., Anderson, R.E. & Tatham, R.L., (2006). Multivariate data analysis (6th edn). Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.
- Hinton, P.R., Brownlow, C., McMurray, I. & Cozens, B., (2004). Spss Explained. ISBN: 0-233-64259-7. New York NY 10016. USA.

- Norusis, M.J., (1993). SPSS for Windows: Base System User's Guide, SPSS, Chicago.
- Leech, N.L., Barrett, K.C. & Morgan, G.A., (2005). Spss for intermediate statistics: Use and preparation. Second ed. Lawrence Erlbaum Associates, Inc. ISBN: 0-8058-4790-1.
- Kaps, M & Lamberson, W.R., (2004). Biostatistics for Animal Science. CABI Publishing. ISBN 0 85199 820 8. UK.

Japon Bildircinlarının Rasyonlarına Panax Ginseng Kök Ekstrakt İlavesinin Yumurta Verimi Ve Bazı Kan Parametreleri Üzerine Etkileri

M. Akif ÖZCAN*

Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, ORDU

Özet

Bu çalışma, insan ve hayvan sağlığı açısından yararlı özellikler taşıyan Panax Ginseng kök ekstraktının Japon bildircinlerinin rasyonlarına ilavesinin yumurta verimine ve bazı kan parametreleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Araştırma, herhangi bir ilave yapılmayan kontrol grubu, 5mg/kg Panax ginseng kök ekstraktı (PGKE) ilaveli grup ve 10mg/kg PGKE ilaveli grup olmak üzere 3 grup, 4 tekerrür ve her tekerrürde 12 hayvandan oluşacak şekilde 16 haftalık yaşta 154 adet dişi Japon Bildircini ile yürütülmüştür. Araştırma sonucunda, deneme sonu canlı ağırlığı, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranları üzerine PGKE ilavesinin önemli bir etkisi bulunmamıştır ($p>0,05$). Her iki düzey panax ginseng kök ekstrakt ilavesi yumurta verimini kontrol grubuna göre artırmıştır ($p<0,05$). Yumurta ağırlığı bakımından 10mg/kg PGKE ilavesi en iyi sonucu vermiş olup, 5mg/kg ilave düzeyi de kontrol grubuna göre önemli düzeyde artmıştır ($p<0,05$). Panax Ginseng Kök ekstraktının japon bildircinlerinde kan glukozu üzerine önemli bir etkisi görülmemiş ($p>0,05$), kolesterol ve trigliserid içeriklerini önemli düzeyde düşürdüğü görülmüştür ($p<0,05$). Bu çalışmada, PGKE'nin bildircin rasyonlarında antibiyotiklere alternatif büyüme faktörü olarak kullanılabilceği, sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Panax Ginseng, Büyütme faktörleri, Japon bildircini, kanatlı besleme

The Effects Of Adding Of Panax Ginseng Root Extract On Egg Production And Some Blood Parameters In Japanese Quail Diets

Abstract

This study, in terms of human and animal health, panax ginseng root extract having useful properties, in addition to rations of Japanese quail egg yield and some blood parameters was conducted in order to determine the effects. In this study groups are: control group with no added and 5mg/kg panax ginseng root extract supplemented group and 10mg/kg panax ginseng root extract supplemented group. This study was conducted with 154 female Japanese quail. In conclusion, the effects of addition PKRE on the final body weight, feed intake and feed conversion of quails not significant ($p> 0.05$). Panax ginseng root extract is added to both levels of egg production has increased compared to the control group ($p <0.05$). Egg weight 10mg/kg PGK has been added to give the best results, levels of additional 5mg/kg also significantly increased compared to control group ($p <0.05$). Panax Ginseng root extract in Japanese quail have not a significant effect on blood glucose ($p> 0.05$), but significantly decreased cholesterol and triglyceride content ($p <0.05$). As a result, The PGRE could be used as a a growth promoter alternative to antibiotics in quail diets.

Key words: Panax ginseng root extract, growth promoters, Japanese quail, poultry feeding

1.GİRİŞ

İnsan sağlığı ve dengeli beslenme açısından hayvansal proteinler çok önemli bir yer tutmaktadır. İnsanların tüketmek zorunda oldukları gıdaların belirli bir bölümünün hayvansal kökenli gıdalar olma zorunluluğu vardır. Türkiye’de kişi başına tüketilen hayvansal protein miktarı diğer Avrupa ülkelerinin oldukça gerisindedir. Dünya nüfusunun hızla artması yeterli ve kaliteli gıdalara ulaşma zorluklarını da beraber getirmektedir. Bu nedenle alternatif hayvansal protein kaynaklarının değerlendirilmesi zorunlu hale gelmektedir. Çiftlik hayvanları içerisinde önemli yere sahip olan tavuk yetiştiriciliğine ilaveten bildircin yetiştiriciliği de son zamanlarda artış göstermektedir.

Entansif bildircin yetiştiriciliğinde genel olarak üretim kafes sistemlerinde gerçekleştirilir. Kafes özellikleri ve kafes şartları verimi etkileyen en önemli çevre faktörlerindedir. Kanatlı hayvanlarda yem, üretim masraflarının yaklaşık %70’ini oluşturan önemli bir girdidir. Bu nedenle genellikle kanatlı hayvan yemlerinde daha az yem tüketimi ile daha fazla verim sağlamaya yönelik olarak sindirime yardımcı bazı yem katkı maddeleri rasyonlarda kullanılmaktadır. Bu katkı maddelerinden olan antibiyotiklerin yemlere katılması insan sağlığına risk oluşturması nedeniyle Avrupa’da olduğu gibi ülkemizde de yasaklanmıştır. Antibiyotiklerin yasaklanması ile birlikte karmalarda antibiyotiklere alternatif olabilecek büyütme faktörleri önem kazanmaya başlamıştır. Bu büyütme faktörlerinden birisi de bitkisel ekstraktlardır. Tıbbi ve aromatik bitkilerin bileşimlerinde bulunan çok sayıda biyoaktif bileşiklerden elde edilen esansiyel yağların antioksidan, antimikrobiyal, sindirimi destekleyici ve iştah artırıcı özellikleri vardır. Bundan dolayı çeşitli hayvan türlerinde performans üzerinde olumlu etkileri bulunması ve hayvansal ürünlerde kalıntı bırakma risklerinin olmaması nedeniyle kanatlı karma yemlerinde verim artırıcı doğal yem katkı maddeleri olarak kullanımları son zamanlarda yaygınlaşmıştır.

Ginseng yaklaşık 2000 yıldan bu yana Çin, Kore ve Japonya’da kullanılmakta ve sağlık üzerine olumlu etkileri sayesinde Uzakdoğu’nun en çok fayda veren bitkisi olmuş ve son yıllarda kullanım alanı bütün dünyaya yayılmış Sarmaşıkçiller (Araliaceae) familyasına ait bir bitkidir. Günümüzde, *Panax ginseng*, diğer ginsenglerden özellikle farklıdır; üretimi 6 yıl sürmekte ve diğer ginsengler 8-9 çeşit ginsenozid içerirken, *Panax ginseng* 22 çeşit ginsenozid içermektedir. *Panax ginseng* binlerce yıl uzak doğuda hastalıklara direnci arttırmak için kapsamlı olarak kullanılmaktadır (Helms 2004; Shin et al 2006; Shi et al 2007). Ginseng farmakolojik etkilerini merkezi sinir sistemi, endokrin, immün sistem ve kardiyovasküler sistemde göstermiş ve sayısız araştırmalarla aktif bileşenleriyle yararlı etkileri bildirilmiştir (Anoja et al 1999; Shin et al 2006). *Panax ginseng* günümüzde adaptojen özellik yani fiziksel,

kimyasal ve biyolojik strese direnç arttıran (Kiefer & Traci 2003), kandaki şeker, lipit ve kolesterol düzeylerini düşürücü, kanser önleyici, karaciğer, böbrek ve kalp koruyucu ve immunstimulatör etkilerinden faydalanmak amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Değişik şekillerde strese maruz bırakılan hayvanlarda ginsengin stresin olumsuz etkilerini düzelttiği ve kan basıncı ile kan glikoz düzeyini düzenlediği de bildirmektedir (Kang et al 2009). Araştırmalar; ginsengin protein, nükleik asit, karbonhidrat ve yağ metabolizmasını uyardığını, vücut tarafından üretilen veya dışardan alınan toksik maddelerin yanmasını ve onların vücuttan atılmasını da hızlandırdığını ve böylece karaciğer hücrelerinin yenilenmesini kolaylaştırdığını göstermiştir (Song et al 2004) .

Panax ginseng'in yapısında bulunan ginsenoizidler, fenolik asitler, flavonoidler ve saponinlerin ise serbest radikalleri engelleyen güçlü bir antioksidan aktiviteye sahip olduğu bildirilmektedir (Yıldırım & Erener 2010). Serbest radikaller, hücre yapısında bulunan lipid, protein, karbonhidratlar ve hatta DNA'ya etki ederek hücresel yapının bozulmasına neden olurlar. Ginseng'in metabolizmada fizyolojik ve farmakolojik etkilerini gösteren önemli aktif bileşeni ginsenoizidler (Ro hariç), steroid yapıdaki saponinler olarak adlandırılan steroidlerin bir familyasına aittir. Bunlar ginsenoizid saponinler ya da triterpenoid saponinler olarak bilinmektedir (Anoja et al 1999). Kendi yapıları baz alınarak 3 gruba ayrılırlar. Rb grubu (Protopanaksadiol; Rb1, Rb2, Rc, Rd ve diğerleri), Rg grubu (Protopanaksatriol; Rg1, Rg2, Re, Rf ve diğerleri) ve Ro grubu (oleanolik asit) (Kim ve ark., 2002). Ginseng'in ginsenoizid içeriği türe, yetişme yeri ve hasattan önceki büyüme zamanına bağlı olarak geniş bir varyasyon göstermektedir (Shi et al 2007; Anonymous 2009). Mizuno ve ark. (1994) yabani *Panax ginseng* ve kültür *Panax ginseng* toplam ginsenoizid içerikleri sırasıyla kuru ağırlık için 30.17 ve 32.26 mg/g olduğunu belirtmişlerdir (Mizuna et al 1994). Bitkide bulunan toplam ginsenoizid içeriği kök, yaprak, sap ve meyvelerine göre ve bitki yaşına göre de değişiklik göstermektedir. Nitekim Shi et al. (2007) *Panax ginseng* ginsenoizid içeriği kök, kök saçakları ve yaprakta çok yüksek ve dalında ise diğer kısımlardan düşük düzeylerde olduğunu; kökte ve kök saçaklarındaki ginsenoizid içeriği bitkinin beşinci yılına kadar arttığı; bununla birlikte yapraktaki toplam ginsenoizid içeriğinin ise bitkinin artan yaşı ile azaldığını tespit etmişlerdir (Shi 2007). 100 g ginseng kökünün, 338 kcal enerji, 12,29 g protein ve 70 g karbonhidrat içerdiğini ve ginseng kökünün A, C, E, B₁, B₂, B₁₂, niacin vitaminleri, kalsiyum, demir ve fosfor içerdiğini bildirilirken (Siegel 1979); kuru ginseng tozunda %16.06 ham protein, %2 eter ekstrakt, %45 NDF, %2.60 ham kül ve %60 nitrojensiz öz maddeler tespit etmişlerdir (Kim et al 2002).

Panax ginseng tarih boyunca önemli bir ilaç ve besin kaynağı olmasına ve antioksidan etkisinin olduğu belirlenmiş olmasına rağmen, bildircinlarda büyütme faktörü olarak kullanımı ile ilgili bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Avrupa Birliği ülkelerinde büyütme faktörü olarak kullanılan antibiyotiklerin, insanlarda tedavi amaçlı kullanılan antibiyotiklerle çapraz direnç oluşturması nedeniyle yasaklanması sonucunda, probiyotik, prebiyotik, organik asit, bitki ekstraktları ve esansiyel yağlar gibi yem katkıları üzerinde çalışmalar hız kazanmıştır. Araştırmacılar özellikle aromatik bitkiler ve bunların ekstraktları konusu üzerinde yoğunlaşmışlardır.

Bu araştırmada, kafes koşullarında yetiştirilen Japon Bildircinlarının rasyonlarına Panax Ginseng Kök Ekstraktı ilavesinin yumurta verimi, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı ve bazı kan parametreleri üzerine etkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Hayvan Materyali:

Çalışmada, 500 adet damızlık bildircin yumurtaları kuluçka makinesine yerleştirilmiştir. Kuluçkadan çıkan bildircinlar ilk 3 hafta civciv büyütme kafesinde barındırıldıktan sonra yumurta kafeslerine alınmıştır. Denemede rastgele seçilen toplam 144 adet dişi Japon bildircini kullanılmıştır. Bildircinlar 3 grup ve 4 tekerrür olmak üzere ayrılmışlardır. Hayvanlar araştırma sonuna kadar 31,5x45x22,5 cm. boyutlarındaki kafeslerde barındırılmış ve grup yemlemesine tabi tutulmuştur. Kafeslerde her tekerrürde 12 hayvan bulundurulmuştur.

2.2. Yem Materyali:

0-6 haftalık büyütme döneminde civcivlere %24 HP ve 2800 kcal ME/kg enerji içeren yemler verilmiştir. 6. Haftadan sonra ve araştırma süresince hayvanlara mısır-soya ağırlıklı %20 HP ve 2800 kcal ME/kg. enerji içeren yemler verilmiştir. Panax ginseng kök ekstraktı (PGKE) Çin’de bitkisel ekstrakt ürünleri ihraç eden özel bir firmadan alınmıştır. Sekiz haftalık deneme süresince; Panax Ginseng Kök Ekstraktı (%80 ginsenosid) tozu içermeyen bazal karma (Kontrol), 5mg/kg ilaveli (2.grup) ve 10mg/kg ilaveli (3.grup) karma yemler kullanılmıştır. Deneme grubu karmalar hazırlanırken PGKE tozu önce az miktarda yeme katılıp, yem miktarı azar azar artırılarak geniş kaplar içinde iyice karıştırıldıktan sonra homojen bir şekilde karışması sağlanmıştır. Yemler haftalık olarak hazırlanmış ve uygun koşullarda saklanmıştır. Otomatik suluklar kullanılarak hayvanların önünde sürekli su bulunması sağlanmıştır.

2.3. Deneme Metodu ve Performansın değerlendirilmesi:

Araştırmaya 16. Haftalık yaşta başlanacak ve 24. Haftalık yaşa kadar devam edilmiştir. Bu süre içerisinde deneme sonu ve deneme başı canlı ağırlığı, yumurta ağırlığı, yumurta verimi ve yem tüketimi, yumurta üretimi ve yem tüketimlerinden yararlanılarak yemden yararlanma oranları (kg yem / kg yumurta) hesaplanmıştır. Her gruba ait yumurtalar günde iki kez (sabah 10:00, öğleden sonra 15:00) toplanmıştır.

Gün ışığı ile birlikte 16 saat/gün aydınlatma uygulanmıştır. Deneme ünitesindeki sıcaklık ve nem değerleri günlük olarak ölçülmüştür.

Kan analizleri için deneme sonunda her tekerrürden 2 adet olmak üzere toplam 24 adet bıldırcından alınan kan grup ve tekerrür numaralı tüplere konulmuş ve analiz edilinceye kadar -20C⁰ de saklanmıştır. Çalışma ile ilgili verim özelliklerinden yumurta veriminin belirlenmesi amacıyla gruplara ait yumurtalar günlük olarak aynı saatte toplanmış ve sayılmıştır. Yumurta ağırlığına ait veriler tek tek 0,01g. hassasiyetli terazide tartılarak belirlenmiştir. Yem tüketimleri haftalık yapılan tartımlarla belirlenmiştir. Deneme tesadüf parselleri deneme planına göre yürütülmüş olup deneme sonunda elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar Tukey çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada incelenen parametrelerden deneme sonu canlı ağırlığı, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranları üzerine PGKE ilavesinin önemli bir etkisi bulunmamıştır ($p>0,05$). (Çizelge 1). Benzer şekilde Osfor (1995), 2mg ve 4mg düzeylerinde PGKE ilavesinin Japon bıldırcınlarında canlı ağırlığı ve yemden yararlanma oranını etkilemediğini bildirmiştir. Kim et al (2002), Kore etlik piliç karmalarına % 5 düzeyinde panax ginseng yaprağı ilavesinin canlı ağırlık, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı üzerine önemli bir etkisinin bulunmadığını bildirmişlerdir. Her iki düzey panax ginseng kök ekstrakt ilavesi yumurta verimini kontrol grubuna göre artırmıştır ($p<0,05$). Yumurta ağırlığı bakımından 10mg/kg PGKE ilavesi en iyi sonucu vermiş olup, 5mg/kg ilave düzeyi de kontrol grubuna göre önemli düzeyde artmıştır ($p<0,05$). Bu bulgulara benzer olarak Osfor (1995), japon bıldırcını rasyonlarına panax ginseng kök ekstraktı ilavesi ile yumurta verimi ve yumurta ağırlığının arttığını ortaya koymuştur. Benzer şekilde Jang et al (2007), yaptıkları çalışma sonucunda yumurtacı tavuk rasyonlarına %2,5 ve 5 düzeylerinde fermente yabani ginseng yan ürünü ilavesinin yumurta ağırlığı ve verimini artırdığını bildirmişlerdir. Buna karşın, Ao et al (2011), fermente kırmızı ginseng ekstraktın yumurtacı tavuklarda yumurta verimi ve yumurta ağırlığını etkilemediğini bildirmişlerdir.

Çizelge 1. Panax Ginseng Kök Ekstraktının bildircinlerde canlı ağırlık ve yumurtlama performansı parametreleri üzerine etkisi

Gruplar	DBCA	DSCA	YV(%)	YT (g/gün)	YA (g)	YYO
Kontrol	249.50±2.65	260±3.65	82.67±1.14b	38±2.94	12.07±0.3b	3.34±0.08
5mg/kg PGKE	250.25±2.99	262.75±3.30	85.82±1.05a	39.25±1.71	12.54±0.4ab	3.33±0.06
10mg/kg PGKE	252.25±4.99	264.75±5.68	85.87±1.51a	40.25±1.70	12.66±0.1a	3.38±0.04

P<0,01; a,b aynı harfle ifade edilen gruplar arasındaki farklılık önemli değildir.

DBCA: Başlangıç Canlı Ağırlığı, g, DSCA: Son Canlı Ağırlık, YT:Yem Tüketimi, g/gün, YV: Yumurta Verimi, %, YA: Yumurta Ağırlığı, g, YYO: Yemden Yararlanma Oranı, (kg yem /kg yumurta)

Panax Ginseng Kök ekstraktının japon bildircinlerinde bazı kan parametreleri üzerine etkisi incelendiğinde her iki düzeyin de kan glukozu üzerine önemli bir etkisi görülmemiş ($p>0,05$), PGKE ilavesinin kolesterol ve trigliserid içeriklerini önemli düzeyde düşürdüğü görülmüştür ($p<0,05$). (Çizelge 2). Benzer şekilde, Kim et al (2002), yapmış olduğu çalışma sonucunda japon bildircinlerinin rasyonlarına 2mg ve 4mg düzeylerinde PGKE ilavesinin kan kolesterol ve trigliserid içeriğini düşürdüğünü bildirmiş, bu araştırmanın sonucundan farklı olarak kan glukoz içeriğinin de önemli düzeyde düştüğünü ortaya koymuştur. Aynı şekilde Jang (2007), fermente yabancı ginseng yan ürününün yumurtacı tavukların kan kolesterol düzeyini önemli derecede azalttığını tespit etmişlerdir. Bu durum panax ginseng kök ekstraktının kolesterol düşürücü etkisini ortaya koymuştur.

Çizelge 2. Panax Ginseng Kök Ekstraktının bildircinlerin bazı kan parametreleri üzerine etkisi

Gruplar	Kolesterol (mg/dl)	Glukoz (mg/dl)	Trigliserid (mg/dl)
Kontrol	266.27±1.93a	384.37±5.63	735.15±2.28a
5mg/kg PGKE	256.12±1.92b	381.97±5.03	705.52±4.23b
10mg/kg PGKE	253.97±1.20b	372.22±3.45	701.27±2.13b

P<0,01; a,b aynı harfle ifade edilen gruplar arasındaki farklılık önemli değildir.

Sonuç olarak, Japon bildircinlerinin rasyonlarına PGKE ilavesinin yumurta ağırlığını ve yumurta verimini artırdığı, canlı ağırlık, yem tüketimi ve yemden yararlanma üzerine önemli bir etkisinin olmadığı, kan kolesterol ve trigliserid seviyelerini de önemli oranda düşürdüğü ortaya konmuştur. Kanatlı hayvanların rasyonlarında panax ginseng kök ekstraktı kullanımına ilişkin çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Ginseng ve yapısında bulunan aktif bileşenlerin yararları üzerine değişik literatür bulunmakla birlikte ginsenoizidler etki mekanizması tam olarak ortaya

konulamamıştır. Bu nedenle benzer çalışmaların farklı hayvan türlerinde, farklı dozlarda ve bitkinin farklı kısımları ile yapılmasının kanatlı hayvancılıkta önemli girdi teşkil eden ve antibiyotiklerin karma yemlere katılmasının yasaklanmasından sonra bir arayış içerisinde giren yem sektörü için de yeni bir alternatif yem kaynağı ortaya çıkaracağı düşünülmektedir. Yapılacak çalışmalarda özellikle bu katkıların bağırsaklardaki patojen bakterilerin gelişimleri üzerine etkisinin de incelenmesi daha yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Helms, S., (2004), Cancer prevention and therapeutics: Panax ginseng. *Alternative Medicine Review*. 9(3):259-274.
- Shin, H., Jeong, H., An, H., Hong, S., Um, J., Shin, T., Kwon, S., Jee, S., Seo, B., Shin, S., Yang, D., Kim, H., (2006), The effect of Panax ginseng on forced immobility time & immune function in mice. *Indian J. Med. Res.* 124:199-206.
- Shi, W., Wang, Y., Li, J., Zhang, H., Ding, L., (2007), Investigation of ginsenosides in different parts and ages of Panax ginseng. *Food Chemistry*. 102:664-668.
- Anoja, S.A., Wu, J.A., Yuan, C., (1999), Ginseng pharmacology. Multiple Constituents and Multiple Actions. *Biochemical Pharmacology*, 58:1685-1693.
- Kiefer, D., Traci Pantuso, B.S., (2003), Panax ginseng. *American Family Physician*. [www.aafp.org/afp.65\(8\):October](http://www.aafp.org/afp.65(8):October) 15.
- Wang, H., Peng, D., Xie, J., (2009), Ginseng leaf-stem: bioactive constituents and pharmacological functions. *Chinese Medicine*, 4:20. doi:10.1186/1749-8546-4-20, 2009.
- Song, J.Y., Akhalaia, M., Platonov, A., Kim, H.D., Jung, I.S., Han, Y.S., Yun, Y.S. (2004), Effects of polysaccharide ginsan from Panax ginseng on liver function. *Arch. Pharm. Res.* 27(5):531-538.
- Yıldırım, A., Erener, G., (2010), Kanatlı Hayvan Beslemede Ginseng (*Panax spp.*)'in kullanılma olanakları, Kümes Hayvanları Kongresi, Kayseri.
- Anonymous, (2009), <http://en.wikipedia.org/wiki/Ginsenosides>, (11 July 2010).
- Mizuno, M., Yamada, J., Terai, H., Kozukue, N., Lee, Y. S., Tsuchida, H., (1994), Differences in immunomodulating effects between wild and cultured Panax ginseng. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 200:1672-1678.
- Siegel, R.K., (1979), Ginseng abuse syndrome, problems with the panacea. *JAMA*, 241:1614-1615.
- Kim, B.K., Hwang, I.U., Kang, S.S., Shin, S.H., Woo, S.C., Kim, Y.J., Hwang, Y.H., (2002), Effects of dietary Panax ginseng, *Dioscorea Japonica* and oriental medicine refuse on productivity of Korean native chicken. *J. Anim. Sci. & Technol. (Kor.)*. 44(3):297-304.
- Osfor, M.H., (1995), Some biochemical and nutritional studies on the effect of Panax ginseng powder on adult Japanese quails. *Polish Journal of Food and Nutrition Sci.* 4/45(2):73-79.
- Jang, H.D., Kim, H. J., Cho, H. J., Chen, Y. J., Yoo, J. S., Min, B. J., Park, J. C., Kim, I. H., (2007), Effects of dietary supplementation of fermented wild-ginseng culture by-products on egg productivity, egg quality, blood characteristics and ginsenoside concentration of yolk in laying hens. *Korean J. Poult. Sci.* 34(4):271-278.
- Ao, X., Zhou, T.X., Kim, H.J., Hong, S.M. and Kim, I.H., (2011), Influence of fermented red ginseng extract on broilers and laying hens. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 24 (7): 993-1000.

Bazı Toprak Aktinomisetlerinin Antimikrobiyal Aktivite Ve Antibiyotik Duyarlılıklarının İncelenmesi

Elif ÇİL^{1*}, Kamil IŞIK², Fadime ÖZDEMİR KOÇAK³

^{1*} Ordu Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü

² Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü

³ Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Sağlık Yüksek Okulu, Hemşirelik Bölümü

Özet

Kültür koleksiyonlarına depozit edilmiş üç *Actinomadura*, bir *Kribella*, üç *Micromonospora*, iki *Nocardia*, bir *Nocardioides*, iki *Nonomurae* ve iki *Streptomyces*'in antimikrobiyal aktivite ve antibiyotik duyarlılıklarını belirlemek amacıyla yapılan bu çalışma 2014-2015 yılları arasında Ordu Üniversitesinde gerçekleştirilmiştir. Test suşlarının, four Gram pozitif (*Bacillus subtilis* NRRL B-209, *Micrococcus luteus* NRRL B-1018, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Streptomyces murinus* ISP 5091), three Gram negatif (*Escherichia coli* ATCC 25922, *Proteus vulgaris* NRRL B-123, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853) *Candiada albicans* ATCC 10231, *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 9763, *Aspergillus parasiticus* NRRL-465 olmak üzere toplam on patojene karşı antimikrobiyal etkisi araştırılmıştır. Antimikrobiyal aktivite inhibisyon zonlarının varlığına veya yokluğuna göre değerlendirilmiştir. Antibiyotiklere duyarlılık testi için disk difüzyon yöntemi tercih edilmiş ve suşların CLSI tarafından önerilen dokuz antibiyotiğe (Ampicilin, Chloramphenicol, Erithromycin, Neomycin, Oxacilin, Sulfafurazole, Streptomycin, Trimethoprim sulfamethoxazole) karşı oluşturdukları inhibisyon zonları incelenmiştir. *Micromonospora* cinsine ait izolatlar antibiyotiklere en duyarlı grup, S23 *Kribella* izolatının ise antibiyotiklere en dirençli izolat olduğu gözlenmiştir. *Streptomyces* cinsine ait MD16 (DSM 42099T, KCTC 29436) MD40 (DSM 42100, KCTC 29437) suşlarının yüksek antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle MD16 ve MD40 suşlarının umut verici antibiyotik üreten bakteriler olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Aktinomiset, Antimikrobiyal aktivite, Antibiyotik duyarlılığı, Disk difüzyon yöntemi

Antimicrobial Activity And Antibiotic Susceptibility Investigation Of Some Soil Actinomycetes

Abstarct

The research which aims to find out the antimicrobial activity and antibiotic susceptibility of three *Actinomadura*, one *Kribella*, three *Micromonospora*, two *Nocardia*, one *Nocardioides*, two *Nonomurae* and two *Streptomyces* have been deposited with the culture collections, was done between 2014 and 2015 at Ordu University. Antimicrobial activity of test strains was determined against to total ten pathogens, four Gram positive (*Bacillus subtilis* NRRL B-209, *Micrococcus luteus* NRRL B-1018, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Streptomyces murinus* ISP 5091), three Gram negative (*Escherichia coli* ATCC 25922, *Proteus vulgaris* NRRL B-123, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853) *Candiada albicans* ATCC 10231, *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 9763, *Aspergillus parasiticus* NRRL-465. The antibacterial activities were assessed by the presence or absence of inhibition zones. The disk diffusion method was preferred for antibiotic susceptibility testing and strains were examined inhibition zones agains to nine antibiotics (Ampicilin, Chloramphenicol, Erithromycin, Neomycin, Oxacilin, Sulfafurazole, Streptomycin, Trimethoprim sulfamethoxazole) recommended by CLSI. It was observed that the isolates belonging to the genus *Micromonospora* were the most susceptible group in antibiotics, S23 belonging to *Kribella* was the most resistant isolate to the

antibiotics. Strains MD16 (DSM 42099T, KCTC 29436) and MD40 (DSM 42100, KCTC 29437) belonging to *Streptomyces* genera, were exhibited to have high antimicrobial activity. It can therefore be suggested that MD16 and MD40 strains are promising antibiotic producing bacterias.

Keywords: Actinomycetes, Antimicrobial activity, Antibiotic susceptibility, Disc diffusion method

Bu çalışma Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenen AR-1241 numaralı araştırma projesinin bir bölümüdür ve “Kültür koleksiyonlarına depozit edilen bazı aktinomisetlerin antibiyotik duyarlılıkları ve antimikrobiyal aktivitelerinin araştırılması” başlıklı poster sunumu ile 22. Ulusal Biyoloji Kongresinde 23-27 Haziran 2014’de Eskişehir Osmangazi Üniversitesinde sunulmuştur.

*elifcil@odu.edu.tr

1. GİRİŞ

Aktinomisetler yüksek biyoteknolojik potansiyele sahip, filamentli Gram pozitif bakteri grubudur. Actinomycetales ordosu üyeleri olarak bilinen bu bakteriler antibiyotikler, antitümör ajanları, bağışıklık sistemi baskılayıcı ajanlar, enzimler gibi çeşitli biyoaktif sekonder metabolitleri üretebilen ekonomik ve biyoteknolojik açıdan oldukça değerli prokaryotlar olarak bilinmektedir (Lam 2006; Hwang et al 2014). Aktinomisetler içinde antibiyotikler ve diğer sekonder metabolitlerin en önemli kaynağı *Streptomyces* suşlarıdır. Dokuz yüzün üzerinde tür ve alttür içermesi sebebiyle Actinobacteria sınıfının en fazla üyesi olan taksonudur. Toprakta en yaygın olan aktinomiset cinsi olmakla birlikte su ekosistemlerinde de bulunduğu rapor edilmiştir (Çil 2011; Niu et al 2016). *Streptomyces* dışındaki aktinomisetler nadir aktinomisetler olarak adlandırılmaktadır. Bunlardan biri olan *Actinomadura* cinsinin pek çok suşunun kazein, jelatin ve lignoselülozu parçaladığı bilinmektedir. Yaygın habitatı toprak olan *Actinomadura* cinsinin pek çok antibiyotiği ürettiği de bilinmektedir. *Actinomadura hibisca*, *A. kijaniata*, *A. macra*, *A. oligospora* antibiyotik üreticisi olarak bilinen *Actinomadura* türlerinden bazılarıdır (Çil 2011; Tomita et al 1990- Harong 1980). Diğer bir nadir aktinomiset olan *Micromonospora* cinsi, toprak, su ve deniz sedimanları da dahil olmak üzere çeşitli habitatdan izole edildiği rapor edilmiştir (Trujio et al 2010). Sahip oldukları hidrolitik enzimler sayesinde organik madde döngüsünde önemli rol oynayan *Micromonospora* üyeleri selüloz, kitin ve diğer kompleks polisakkaritleri parçalayabilmektedir (de Menezes et al 2008; Çil 2011). Toprak verimliliğini arttıran ve bitki gelişimine katkıda bulunan *Micromonospora* suşları, ilaç yapımında kullanılan önemli sekonder metabolitleri de üretmektedir (Hirsch & Valdes 2010). Daha çok klinik izolat olarak bilinen *Nocardia* suşları, toprakta bol miktarda bulunmakla birlikte mağara, deniz sedimenti, aktif çamur gibi özel habitatlardan da izole edilmiştir Yamamuna et al 2005, Jurado

et al 2008). *Nocardiooides*, *Nonomuraea* ve *Kribella* cinslerinin literatüre katılması 1970'lerden sonra olsa da son dönemlerde farklı ekolojik habitatlardan izole edilmiş ve literatüre kazandırılmış onlarca türü ve alt türü bulunmaktadır (Amin et al 2016; Ikugana et al 2011).

Bu çalışmada yaygın habitatları toprak olan, daha önceki çalışmalarda farklı lokalitlerden izole edilmiş, 16S rRNA gen bölgesi dizi analizleri tamamlanmış ve gen bölgeleri NCBI gen bankasına depozit edilmiş bazı aktinomisetlerin antimikrobiyal aktiviteleri ve antibiyotik duyarlılıkları incelenmiştir. Çalışmada kullanılan suşların bir kısmı DSMZ (Alman Kültür Koleksiyonu) ve KCTC (Kore Kültür Koleksiyonu)'ye depozit edilmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Test Organizmaları

Çalışma kullanılan organizmalar 2009 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Bakteriyoloji Laboratuvarında Fadime Özdemir Koçak tarafından seçici izolasyon yöntemlerinden biri olan sükröz gradient metodu kullanılarak izole edilmiştir Koçak 2011; Yamamuna et al 2003). Test izolatlarının laboratuvar kodu, nereden izole edildiği Çizelge 1.'de verilmiştir.

Çizelge 1. Test izolatlarının kaynakçaları

Suşun laboratuvar kodu	Suşun adı	İzolasyon kaynağı
M20	<i>Actinomadura</i> sp.	Koçak, F., Moskova (Yugo Zapadnaya Mevkii, A1)
M23	<i>Actinomadura</i> sp.	Koçak, F., Moskova (Yugo Zapadnaya Mevkii, A1)
MD49	<i>Actinomadura</i> sp.	Koçak, F., Medine (Uhud Dağı toprağı)
S23	<i>Kribella</i> sp.	Koçak, F., Balıkesir (Sındırgı Baraj gölü, A2)
G12	<i>Micromonospora</i> sp.	Koçak, F., Kütahya-Simav (Gölcük krater gölü, A3)
G36	<i>Micromonospora</i> sp.	Koçak, F., Kütahya-Simav (Gölcük krater gölü, A3)
G37	<i>Micromonospora</i> sp.	Koçak, F., Kütahya-Simav (Gölcük krater gölü, A4)
M18	<i>Nocardia</i> sp.	Koçak, F., Moskova (Yugo Zapadnaya Mevkii, A1)
S37	<i>Nocardia</i> sp.	Koçak, F., Balıkesir (Sındırgı Baraj gölü, A5)
M8	<i>Nocardiooides</i> sp.	Koçak, F., Moskova (Yugo Zapadnaya Mevkii, A1)
M2	<i>Nonomuraea</i> sp.	Koçak, F., Moskova (Yugo Zapadnaya Mevkii, A1)
M3	<i>Nonomuraea</i> sp.	Koçak, F., Moskova (Yugo Zapadnaya Mevkii, A1)
MD16	<i>Streptomyces</i> sp.	Koçak, F., Medine (Uhud Dağı toprağı)
MD40	<i>Streptomyces</i> sp.	Koçak, F., Medine (Uhud Dağı toprağı)

A1 park ormanı toprağı; A2 Orman toprağı, A3 Bataklik; A4 Meşe ağacı kök toprağı; A5 Göl kenarındaki killi toprak

2.2. Antimikrobiyal Aktivite

Çalışma'da on dört test izolatının ATCC ve NRRL kültür koleksiyonlarından temin edilen toplam dört Gram pozitif (*Bacillus subtilis* NRRL B-209, *Micrococcus luteus* NRRL B-1018, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Streptomyces murinus* ISP 5091), üç Gram negatif (*Escherichia coli* ATCC 25922, *Proteus vulgaris* NRRL B-123, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853) *Candida albicans* ATCC 10231, *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 9763, *Aspergillus parasiticus* NRRL-465 olmak üzere toplam on patojene karşı antimikrobiyal aktiviteleri test edilmiştir. Aktinomisetler spor oluşturan bakteriler olduğundan ringer çözeltisinde sulandırılırken homojen bir süspansiyon elde edebilmek ve granülasyonu önlemek için 0,5 cm boyutunda cam boncuklarla vida kapaklı steril şişelere aktarılıp yaklaşık 3 dk vorteksle karıştırılmıştır. Her bir izolat için hazırlanan spor solüsyonları 0,5-1 McFarland bulanıklılığına göre ayarlandıktan sonra her bir örnekten otomatik pipet yardımıyla 7 µL alınarak modifiye edilmiş Bennett's Agar besi yeri yüzeyine 5'li gruplar halinde steril boş disklerle emdirilerek inoküle edilmiştir (Jones 1949). Gerekli inkübasyon süresi cinsten cinsine değiştiği için *Actinomyces*'lerde 5-7 gün, diğer aktinomisetlerde 3 gün inkübe edildikten sonra gelişen koloniler üzerine, steril enjektör yardımıyla 3-5 mL'lik kloroform dökülmüştür ve kloroformun buharlaşması için petri plaklarının kapağı, 40 dk boyunca yarı açık bir şekilde tutulmuştur. Süre sonunda kloroformla öldürülen organizmaların üzerine 0,5-1 McFarland yoğunlukta 100 µL taze patojen mikroorganizma yayma plak yöntemiyle inoküle edilmiştir. Yayma plaka yöntemi McFarland ayarı yapıldıktan sonra 30 dk içinde, petriye aktarım yapıldıktan sonra 15 dk içinde, en az üç farklı yönde eküvyon çubukla gerçekleştirilmiştir. Plaklar, 37°C 'de 24-48-72 saatlerde okunmuştur. Koloni etrafında, o patojene karşı bir inhibisyon zonu oluşmuşsa petrinin arka kısmından dijital kumpas ile zon çapı ölçümü gerçekleştirilmiştir. Elde edilen zon çapları 10 mm'nin altındaysa inhibisyon gerçekleşmedi olarak değerlendirilmiştir. Denemeler üçer kez tekrarlanmıştır. Elde edilen verilerin aritmetik ortalaması ve standart sapması PASW Statistics 18 (Chicago, IL) paket programı kullanılarak hesaplanmıştır (SPSS 2009).

2.3. Antibiyotik Duyarlılığı

Mikroorganizmaların antibiyotiklere olan duyarlılıkların araştırılması uluslararası CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute, eski adı NCCLS) standartlarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir (CLSI 2006). Antibiyotik duyarlılığı için disk difüzyon metodu uygulanırken besi yeri olarak Müeller-Hinton Agar (Merck) kullanılmıştır. CLSI tarafından önerilen Oxoid marka dokuz antibiyotiğe (Ampicilin, Chloramphenicol, Erithromycin, Neomycin, Oxacilin, Sulfafurazole, Streptomycin, Trimethoprim-sulfometaxazole) karşı

oluşturdukları inhibisyon zonları incelenmiştir. Her bir izolat için taze kültürlerden hazırlanan spor solüsyonları 0,5-1 McFarland bulanıklılığına göre ayarlandıktan sonra her bir örnekten otomatik pipetle 100 µL alınıp Müeller-Hinton Agar besiyeri yerine aktarılmıştır. Bakterinin tüm besiyeri yüzeyine aşılmasını yayma plaka yöntemiyle sağlandıktan sonra antibiyotik diskleri uygun aralıklarla petrilere aseptik şekilde yerleştirilmiş ve mikroorganizmalar 28-30°C'de inkübasyona bırakılmıştır. Yedi gün boyunca her gün kontrol edilmiş ve yedinci günün sonunda belirlenen inhibisyon zonu temel alınmıştır. İnhibisyon zon çapları, dijital kumpasla mm olarak ölçülmüş ve denemeler üçer kez tekrarlanmıştır. Elde edilen verilerin aritmetik ortalaması ve standart sapması PASW Statistics 18 (Chicago, IL) paket programı kullanılarak hesaplanmıştır.

3. BULGULAR

Modifiye Bennett's Agar besiyeri üzerinde yapılan antimikrobiyal aktivite çalışmasının sonuçları Tablo 2.'de verilmiştir. Buna göre M23 laboratuvar kodlu *Actinomadura* izolatı ile MD16 ve MD40 laboratuvar kodlu *Streptomyces* izolatları dışında diğer izolatlarda Gram pozitif organizmalara karşı antimikrobiyal aktivite gözlenmemiştir. M23 35,26 mm ile yalnızca *S. aureus*'a karşı antimikrobiyal aktivite gösterirken, MD16 ve MD40 çalışmada kullanılan dört patojene de karşı yüksek antimikrobiyal aktivite göstermiştir. Test izolatlarından yalnızca MD16 Gram negatif bir organizma olan *P. vulgaris*'e karşı 41,42 mm lik inhibisyon zonu oluşturarak antimikrobiyal aktivite gösterirken, hiçbir test izolatının *E. coli* ve *P. aeruginosa*'ya karşı antimikrobiyal aktivite göstermediği belirlenmiştir. S23 numaralı *Kribella* izolatının test edilen mikrofunguslardan 19,35 mm ile yalnızca *S. ceravisiae*'ye karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiği bulunmuştur. MD16 *S. ceravisiae*'ye 46,07 mm, MD40 *S. ceravisiae*'ye 68,8 mm, *C. albicans*'a karşı 20,41 mm inhibisyon zonu oluşturmuştur.

Test izolatlarının antibiyotik duyarlılığının araştırılmasında, uluslararası CLSI standartlarına göre dokuz farklı antibiyotik diski uygulanmıştır. Antibiyotik disklerine rağmen petri plaklarında gelişip, inhibisyon zon çapı oluşmamış suşlar dirençli (R) olarak kaydedilmiştir. Test suşlarının antibiyotik duyarlılığı sonuçları Tablo 3.'de verilmiştir.

Amikasin aminoglikozid grubu bir antibiyotiktir ve bakterilerdeki 30S ribozomal alt birime bağlanarak protein sentezini engellemektedir. Amikacin (30 µg/mL) antibiyotiğine en duyarlı *Nocardioidea* (M8) *Micromonospora* cinsine ait izolatlar (G12, G36 ve G37), S23 *Kribella* ve M3 *Nonomuraea* izolatı dirençli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 2. Test suşlarının patojenlere karşı oluşturduğu inhibisyon zon çapları

Suş kodu	İnhibisyon Zon Çapı (mm)									
	Gram pozitif				Gram negatif			Mikrofungus		
	<i>B. subtilis</i>	<i>M. luteus</i>	<i>S. aureus</i>	<i>S. murinus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. vulgaris</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>S. cerevisiae</i>	<i>C. albicans</i>	<i>A. parasiticus</i>
M20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M23	-	-	35,26±0,5	-	-	-	-	-	-	-
MD49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S23	-	-	-	-	-	-	-	19,35±0,52	-	-
G12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MD16	58,42±0,4	43,46±1	44,9±1	52,4±0,47	-	-	-	46,07±0,27	-	-
MD40	50,08±0,51	76,9±1	38,15±0,13	40,36±0,2	-	41,42±0,44	-	68,8±0,03	20,41±0,4	-

(-)Antimikrobiyal aktivite gözlenmedi ± Standart sapma

Chloramphenicol antibiyotiği *Streptomyces venezueale* tip kültüründen elde edilen 50S ribozomal alt birime bağlanarak protein sentezini engelleyen geniş spektrumlu bir antibiyotiktir. Chloramphenicol (30 µg/mL) antibiyotiğine en duyarlı *Micromonospora* cinsine ait izolatların olduğu belirlenmiş (G12, G36 ve G37), S37 *Nocardia* ve MD16 *Streptomyces* izolatının dirençli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Erythromycin antibiyotiği *Streptomyces erythreus*'dan elde edilen Erythromycin (15 µg/mL) antibiyotiğine en duyarlı suş 45,15 mm inhibisyon zonu ile *Micromonospora* cinsine ait G12 izolatırken, MD49, S23, G36, M18, S37 ve M8 nolu izolatlar bu antibiyotiğe dirençli olduğu belirlenmiştir.

Neomycin (30 µg/mL) antibiyotiğine tek dirençli suş *Micromonospora* cinsine ait G36 izolatu iken, en duyarlı suş 63,16 mm ile *Actinomadura* cinsine ait M20 olduğu belirlenmiştir. Diğer *Actinomadura* suşları olan M23 ve MD49'da da bu antibiyotiğe karşı duyarlı olduğu görülmüştür. Neomycin (30 µg/mL) antibiyotiğine yüksek duyarlılık gösteren diğer izolatlar ise 58,84 mm ile G12 ve 50,16 mm ile G37 numaralı *Micromonospora* izolatları ve 50,78 mm ile M8 numaralı *Nocardioidea* izolatının olduğu belirlenmiştir.

Ampicilin (10 µg/mL) bakterilerin hücre duvarını bozarak ölümlerine neden olan bir antibiyotiktir. M8 nolu *Nocardioidea* izolatu 32,96 mm ile bu antibiyotiğe en duyarlı izolattır. *Actinomadura* cinsine ait MD49 nolu izolat ise 15 mm, M20 nolu izolat 22,29 mm inhibisyon zon çapıyla bu antibiyotiğe duyarlıyken M23 nolu izolatın dirençli olduğu belirlenmiştir.

Çalışmadaki iki *Nocardia* suşundan biri olan S37 nolu izolat 19,24 mm inhibisyon zon çapıyla bu antibiyotiğe duyarlı bir suş olduğu belirlenmiştir.

Oxacilin (1 µg/mL) β-laktamaz dirençli ikinci kuşak bir antibiyotiktir. Çalışmadaki izolatların büyük bölümü bu antibiyotiğe dirençliyen bir kısmında ise düşük miktarda duyarlılık gözlenmiştir. *Micromonospora* (G12, G36, G37) ve *Nocardioidea* (M8) cinsine ait izolatlar ve *Actinomadura* izolatı olan M20’de duyarlılık gözlenmiştir.

Streptomycin (10 µg/mL) antibiyotiği *Streptomyces griseus*’dan izole edilmiş bilinen en eski antibiyotiklerden biridir. Aminoglikozid sınıfından bir antibiyotik olup yine bir aktinomisetin sebep olduğu tüberküloz hastalığının tedavisinde kullanılır. Çalışmada en yüksek duyarlılığı diğer antibiyotiklerde olduğu gibi *Micromonospora* (G12, G36, G37) ve *Nocardioidea* (M8) cinsine ait izolatlar gösterirken, M20 ve M23 *Actinomadura* izolatları ve MD16 ve MD40 *Streptomyces* izolatlarında da duyarlılık gözlenmiştir.

Çizelge 3. Test suşlarının antibiyotik direnci/duyarlılığı

Suş kodu	İnhibisyon Zon Çapı (mm)								
	AK30	C30	E15	N30	OX1	S10	SXT25	AMP10	SF300
M20	45,70±0,26	18,32±0,08	8,5±0,04	63,16±0,26	12,18±0,13	11,19±0,26	R	22,29±0,04	44,77±0,8
M23	27±0,5	22±0,2	12±0,24	36±0,65	R	17±0,08	R	R	R
MD49	34,15±0,35	17,14±0,28	R	41,65±0,27	R	R	22,38±0,27	15±0,33	50,47±0,66
S23	R	12,5±0,33	R	36±0,12	R	R	55±0,44	R	R
G12	63,88±1	51,74±0,6	45,15±0,1	58,84±0,4	8,03±0,01	66,84±1	24,49±0,28	R	R
G36	71,8±0,85	37,46±0,35	R	R	9,31±0,03	62,72±0,9	49,72±0,55	R	R
G37	60,1±0,62	38,86±0,14	17,4±0,13	50,16±0,33	18	72,8±0,66	R	R	R
M18	57,37±0,04	11,63±0,26	R	40,59±0,66	R	R	R	R	R
S37	48,6±0,33	R	R	23,39±0,1	R	R	37,9±0,24	19,24±0,28	46±0,56
M8	72,9±0,4	16,23±0,03	R	50,78±0,47	16,41±0,07	71,4±0,5	R	32,96±0,7	23,44±0,27
M2	14,94±0,13	18,53±0,14	19,52±0,16	14,21±0,13	R	R	30,83±0,25	R	R
M3	R	14,82±0,84	17,3±0,27	15,2±0,22	R	R	27,29±0,33	R	R
MD16	42,05±0,38	R	27,20±0,33	28,3±0,18	R	36,2±0,22	23,84±0,27	R	27,54±0,48
MD40	38,83±0,03	21,02±0,35	18,73±0,5	27,65±0,25	R	31,96±0,18	23,88±0,34	R	15,55±0,33

R Dirençli ± Standart sapma **AMP10** Ampicilin 10 µg/mL, **AK 30** Amikacin 30 µg/mL, **C30** Chloramphenicol 30 µg/mL, **E15** Erythromycin 15 µg/mL, **N30** Neomycin 30 µg/mL, **OX1** Oxacilin 1 µg/mL, **SF300** Sulfafurazole 300 µg/mL, **S10** Streptomycin 10 µg/mL, **SXT25** Trimethoprim-sulfometaxazole 25 µg/mL

Trimethoprim-sulfometaxazole günümüzde de kullanılan ikili bir antibiyotiktir. Bu antibiyotiğe karşı en yüksek duyarlılığı 55 mm ile *Kribella* izolatı göstermiş, pek çok antibiyotiğe duyarlı olan M8, G37, M20, M23, M18 nolu izolatların dirençli olduğu belirlenmiştir.

Sulfafurazole (300 µg/mL) bir çeşit sulfonamid grubu antibiyotiktir. MD49 nolu izolat 50,47 mm M20 44,77 mm ile en duyarlı izolatlar, yine bir *Actinomadura* izolatı olan M23 suşunun dirençli olduğu görülmüştür. S37 nolu *Nocardia* izolatında 46 mm inhibisyon zon çapı

gözlemlenirken, *Micromonospora* ve *Nonomuraea* izolatları bu antibiyotiğe karşı dirençli olduğu belirlenmiştir.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Antibiyotik keşiflerinde ve bunların üretimindeki başarılarına rağmen, günümüzde ölüm nedenleri arasında ikinci sırasında enfeksiyon hastalıklarından kaynaklanan ölümler gelmektedir. 1942 yılında *Streptomyces*'den elde edilen streptothricin ve bundan iki yıl sonra ise streptomycin antibiyotiğinin keşfiyle bilim insanları bu cins üzerine çalışmalara başlamıştır. Günümüzde kullanılan aktinomiset kaynaklı antibiyotiklerin de %80'i ise *Streptomyces* cinsinden elde edilmektedir (de Lina Procopio et al 2012). Yapılan bu çalışmada aktinomisetlerden *Actinomadura*, *Kribella*, *Micromonospora*, *Nocardia*, *Nocardioides*, *Nonomuraea* ve *Streptomyces* cinslerine ait izolatlardan *Streptomyces* cinsine ait suşlarda önemli antimikrobiyal aktivite gözlenmiştir. Bu amaçla çalışma kapsamında test izolatlarının büyük bölümünün yeni birer tür olduğu uluslararası akredite laboratuvarlar olan DSMZ Alman kültür koleksiyonu ve KCTC Kore Cumhuriyeti Kültür Koleksiyonu tarafından onaylanmış ve sertifikalandırılmıştır. *Actinomadura* cinsi *Streptomyces*'ler kadar olmasa da aktinomisetler içinde iyi bir antibiyotik üreticisi olarak da bilinmektedir. Toprakta izole edilen bazı türleri antibiyotik endüstrisinde kullanılan çeşitli antibiyotikleri üretmektedir. 1991 yılında Fiji adalarındaki topraktan izole edilen *Actinomadura hibisca*, *A. kijaniata*, *A. macra*, *A. oligospora* antibiyotik üreticisi olarak bilinen türlerden bazılarıdır (Tomita et al 1990; Huang 1980; Mertz & Yao 1986). Yapılan bu çalışmada da M23 (DSM 45915) numaralı *Actinomadura* izolatı, *Streptomyces* izolatları gibi *Staphylococcus aureus* patojenine karşı etkili antimikrobiyal etki gösterdiği bulunmuştur.

Micromonospora cinsi üyeleri toprak dışında, deniz ve göl sularında, böceklerin bağırsaklarında ve özellikle bitkilerin kök sisteminde yayılış göstermekte olup sentezlediği antibiyotik ve antifungal gibi sekonder metabolitler ile bitki patojenleriyle rekabet halindedir. Cinsin bu özelliğinden yola çıkarak balçıktan izole edilmiş G12 (DSM 45933), G36 (DSM 45917), G37 (DSM 45916) numaralı izolatların antimikrobiyal madde üretilip üretmedikleri disk difüzyon yöntemiyle incelendi. Yapılan çalışmada *Nocardioides* (M8) ve *Micromonospora* cinsine ait izolatların (G12, G36, G37) antimikrobiyal aktivitesi gözlenmezken, çalışmada kullanılan antibiyotiklere en duyarlı suşlar olduğu tespit edilmiştir.

Actinobacteria sınıfından edilen yeni moleküllerin keşfi, antibiyotik araştırmalarında ve sonradan gelişen antibiyotik tedavilerinde yeni bir dönemi başlatmıştır. Zirai, medikal ve endüstriyel uygulamalar için yeni antibiyotiklerin ve diğer biyoaktif mikrobiyal metabolitlerin

keşfi, günümüzde hala önemini korumaktadır (Takahashi & Omuna 2003; solonski & Khonma 2008). MD16 (DSM 42099T, KCTC 29436) ve MD40 (DSM 42100, KCTC 29437) *Streptomyces* ve M23 *Actinomadura* izolatlarının primer ve sekonder metabolitlerinin araştırılabileceği, farklı disiplinlere de araştırma materyali olacağı beklentiler arasındadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından AR-1241 no'lu proje ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Lam S. K., (2006), *Current Opinion in Microbiology*, 9, p. 245–251.
- Hwang K-S., Kim H. U., Charusanti P., Palsson B. Ø., Lee S. Y., (2014), *Biotechnology Advances*, 32, p. 255–268.
- Çil E. (2011). Farklı habitatlardan izole edilen *Actinomadura*, *Micromonospora*, *Nocardia* ve *Streptomyces* suşlarının moleküler taksonomisi, Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi
- Niu G., Chater K. F., Tian Y., Zhang J. and Tan H., (2016), *FEMS Microbiology Reviews*, DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/femsre/fuw012>
- Tomita K., Nishio M., Saitoh K., Yamamoto H., Hoshino Y., Ohkuma H., Konishi M., Miyaki T., Oki T., (1990), *J. Antibiotics*, XLIII (7), p. 755-762.
- Waitz J. A., Horan A. C., Kalyanpur, M. B., Lee, K. D., Loebenberg, J. A., Marquez, G., Miller, and Patel, M. G., (1981), *J. Antibiotics*, 34, p. 1101-1106.
- Huang L. H., (1980), *International Journal of Systematic Bacteriology*, 30, p. 565-568.
- Trujillo M. E., Alonso-Vega P., Rodrı'guez R., Carro L., Cerda E., Alonso P. and Martı'nez-Molina E., (2010), *International Society for Microbial Ecology*, 4, p. 1265–1281.
- de Menezes A. B., Lockhart R. J., Cox M. J., Allison H. E., McCarthy A. J., (2008), *Applied and Environmental Microbiology*, 74, p. 7080-7084.
- Hirsch A. M., Valdés M., (2010), *Soil Biology & Biochemistry*, 42, p. 536-542.
- Yamamura H., Masayuki H., Nakagawa Y., Tamura T., Kohno T., Komatsu F. and Imura Y., (2005), *Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 55, p. 433–436.
- Jurado V., Boiron P., Kroppenstedt R., Laurent F., Couble A., Laiz L., Klenk H.-P., Gonzá'lez J. M., Saiz-Jimenez C., Mounie'e D., Bergeron E., and Rodrı'guez-Nava V., (2008), *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 58, p. 2210–2214.
- Amin A., Ahmed I., Habib N., Abbas S., Xiao M., Hozzein, W. N., Li W-J., (2016), *Antonie van Leeuwenhoek*, 109: 1101. doi:10.1007/s10482-016-0711-8.
- Koçak F. Ö. (2011). Bazı Nocardioform izolatların 16S rRNA, *rpoB* ve *gyrB* gen dizi analizleri ile moleküler sistematiği, Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi
- Takagi M. and Shin-ya K., (2012), *The Journal of Antibiotics*, 65, p. 443-447.
- Gesheva, V. & Vasileva-Tonkova, E. (2012), *World J Microbiol Biotechnol* 28: 2069. doi:10.1007/s11274-012-1009-2

- Ikunaga Y., Sato I., Grond S., Numaziri N., Yoshida S., Yamaya H., Hiradate S., Hasegawa M., Toshima M., Koitabashi M., Ito M., Karlovsky P., Tsushima T., (2011), *Appl Microbiol Biotechnol* 89: p. 419-427.
- Yamamura H., Hayakawa M., Limura Y., (2003), *Journal of Applied Microbiology*, 95, p. 677–685.
- Jones, K. L., (1949), *Journal of Bacteriology*, 57, p. 141-145.
- SPSS Inc. Released 2009. PASW Statistics for Windows, Version 18.0. Chicago: SPSS Inc. <http://www.winwrap.com/web2/>
- Clinical Laboratory Standards Institute (CLSI) (2006). Performance standards for antimicrobial disk susceptibility tests; Approved standard—9th ed. CLSI document M2-A9. 26:1. Clinical Laboratory Standards Institute, Wayne, PA. <http://clsi.org/blog/2015/01/08/clsi-publishes-new-antimicrobial-susceptibility-testing-standards/>
- de Lima Procópio, R. E., da Silvaa I. R., Martins M. K., de Azevedo J. L., de Araújo J. M., (2012), *The Brazilian Journal of Infectious Diseases*, 16(5), p. 466-471.
- Mertz F. P. and Yao R. C., (1986), *International Journal of Systematic Bacteriology*, 36, p. 179-182.
- Takahashi Y. and Omura S., (2003), *Journal of General Applied Microbiology*, 49, p. 141-154.
- Solanski R., Khanna M., Lal R., (2008). *Indian Journal of Microbiology*, 48, p. 410–431.

Bankaların Performanslarının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemiyle Değerlendirilmesi

Emre ÇALIŞKAN, Tamer EREN*

Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü,
Kırıkkale-Türkiye

Özet

Bankacılık sektörünün ülke ekonomisi açısından önemi büyüktür. Sektörde yaşanan rekabetten dolayı, bankaların kaynaklarını etkin ve verimli bir şekilde kullanması gerekmektedir. Bu nedenle bankaların performanslarının değerlendirilmesi ve değerlendirmeler sonucu performanslarını arttırıcı tedbirler almaları gerekmektedir. Bu çalışmada, 2014 yılı sonu itibariyle aktif büyüklüklerine göre banka sıralamasında geçerli yıllar arasında verisi olan ilk yirmi kamusal, özel ve yabancı sermayeli mevduat bankalarının seçilen on adet finansal rasyo yardımıyla çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP ve PROMETHEE kullanılarak 2010-2014 dönemine ait finansal performanslarının karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, Türk Bankacılık Sektörü, Finansal Performans, PROMETHEE, Aktif Büyüklük

Evaluation Of The Multi-Criteria Decision Making Performance Of Banks

Abstract

The banking sector is great importance in terms of national economy. Banks should use their resources effectively and efficiently due to competition in sector. Therefore the performances of banks should be evaluated and must be taken measures their performances enhancing as a result of evaluation. According to assets size by the end of 2014 banks ranking in the top twenty for current year have data which is public, private and foreign financed deposits banks using the method of multiple criteria decision are AHP and PROMETHEE with help of selected ten financial ratios aimed to compare the financial performance from the period 2010-2014.

Keywords: Multi Criteria Decision Making, Turkish Banking Sector, Financial Performance, PROMETHEE, Assets Size

*tamereren@gmail.com

GİRİŞ

Globalleşen dünyada ayakta kalmak isteyen kuruluşların en önemli özellikleri performanslarını sürekli olarak ölçmeleri ve ortaya çıkan sonuçları objektif olarak değerlendirmeleridir. Böylelikle kuruluşlar sektörlerindeki yerlerini görebilmekte ve gerekli önlemleri alabilmektedirler. Yaşadığımız çağda giderek artan rekabet ortamı, finansal sistemin en önemli unsurlarından biri olan bankaların performansının değerlendirilmesini daha da kaçınılmaz kılmaktadır. Bankacılık sektörünün etkili ve verimli çalışması, sürdürülebilir bir ekonomik büyüme için ön koşullardan biridir. Diğer taraftan ülke ekonomilerinin gelişmesi açısından en önemli etkenlerden biri olan bankacılık sektöründeki acımasız rekabet ortamı, bankaların ellerindeki kaynakları en etkin bir biçimde kullanmaya zorlamaktadır. Bu bağlamda bankaların kendi performanslarını değerlendirmeleri ve değerlendirme sonuçları doğrultusunda performanslarını arttırıcı yönde önlemler almaları büyük önem taşımaktadır.

Karar verme, bugünün sosyal ve iş çevrelerinde karmaşık bir işlem hâline gelmiştir. Gelecek hakkındaki belirsizlik ve yarışma ortamının doğası büyük ölçüde karar vermenin zorluğunu arttırmıştır. Bilgi ve teknoloji hızla değişmekte ve yeni problemler ortaya çıkmaktadır. Karar vericiler için en iyi seçeneğin bulunması oldukça zor bir iştir. Karar vericiler, alternatifler arasından seçim yaparken birden fazla kriteri dikkate alarak birbiri ile çelişen amaçları en etkin şekilde gerçekleştirilen seçeneği bulmak zorundadırlar. Karar vericiler mevcut kaynaklarını ve hareket alanlarını, diğer kişi ve birimleri ne şekilde etkileyeceğini gözden geçirerek karar verirler. Kaynakların yetersiz olması durumunda verilen kararlar işletme için her zaman en iyi karar olmayabilir. Kararların etkinliği istenen sonuçların sağlanmasıyla ilgilidir ve arzulanan sonuçlara ulaşma kararın etkinliğini belirler.

Günümüzde bankaların performanslarının değerlendirilmesinde yalnızca finansal rasyolardan elde edinilen bilgilerin kullanılması yeterli olmamaktadır. Performans değerlendirme süreci niteliksel ve niceliksel bilgilerin birlikte ele alınması ile gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle subjektif değerlendirmelerin yapıldığı bu süreçte karar aşamasında yaşanılacak zorlukları da beraberinde getirmektedir. Birden çok kriterin etkileşim halinde olması ya da birbirleriyle çelişebilen alternatiflerin olması karar vericiyi çok kriterli karar verme yöntemine yönlendirmektedir. Finansal performans ile ilgili literatürde de çok sayıdaki analiz sonuçlarını bir tek skora indirmek

için yapılan çalışmalar mevcuttur. Çok kriterli karar verme yöntemleri geliştirilen yöntemlerden bazılarıdır.

Bu uygulamada bankacılık sektöründeki firmaların finansal performansları 2010-2014 yıllarındaki finansal rasyolardan elde edilen veriler ışığında, belirli kriterler dâhilinde Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve PROMETHEE (The Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation) yöntemleri ile analiz edilmiştir. Bankaların 2010-2014 yılları arasındaki finansal performansları bulunmuş ve sonuç kısmında değerlendirilmiştir. Çalışmada hiyerarşik bir yapıda ifade edilen kriterlerin bir önceliğe sahip olması açısından AHP yöntemi ile ağırlıklandırması yapılmış ve literatürdeki mevcut sıralama yöntemlerindeki zorluklardan yola çıkarak geliştirilen, uygulaması kolay ve etkin olan PROMETHEE yöntemi ile performanslarına göre bankaların sıralaması yapılmıştır.

Yapılan çalışmanın planı şu şekildedir: Çalışmanın birinci bölümünde bankacılık sektöründeki performansın öneminden bahsedilmiştir. İkinci bölümünde bankacılık sektörüne değinilmiştir. Üçüncü bölümünde çok kriterli karar verme tekniklerinden bahsedilmiş, bunlardan AHP ve PROMETHEE yöntemlerine ait bilgiler verilmiştir. Dördüncü bölümde literatürde yapılan çalışmalar incelenmiştir. Beşinci bölümde uygulamaya geçilmiştir. Daha sonra sonuç ve değerlendirme yapılmıştır.

BANKACILIK SEKTÖRÜ

Bir takım aktörler koordinasyon içinde çalışarak, ekonominin ve finansal sistemin gelişmesine katkıda bulunulabilir. Bunlar arasında en önemli aktörlerden bir tanesi de bankalardır (Taşkın, 2011). Bankalar, alan yazında uzmanlık alanlarına göre ticari bankalar ve kalkınma ve yatırım bankaları olarak sınıflandırılırken sermaye yapılarına göre ise kamusal, özel ve yabancı sermayeli bankalar olarak sınıflandırılmaktadır. Diğer taraftan da Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu (BDDK) ile Türkiye Katılım Bankaları Birliği (TKBB) verilerine göre 2014 Eylül itibariyle aktif büyüklüğü açısından sektördeki payları %5,3 olan ve 2015 yılı itibariyle %15' e ulaşılması hedeflenen katılım bankaları ve amaçları kar maksimizasyonu olan geleneksel bankalar olarak da sınıflandırılabilir (Uçkun ve Girginer, 2011; Parlakkaya ve Çürük, 2011).

Diğer tüm sektörlerde olduğu gibi bankacılık sektöründe de bankaların para ve sermaye piyasalarından kaynak sağlamak için sistemi oluşturan finansal kurumlarla rekabet

içerisinde olmaları bir bütün olarak sektörün finansal performansının ölçülmesi ve takibini zorunlu kılmıştır. Türkiye’de konsolide rakamlar incelendiğinde bankacılık sektörünün doğrudan veya dolaylı bir şekilde finansal sisteminin yaklaşık %95’ini kontrol ettiği görülmektedir. Dolayısıyla bankacılık sektöründeki faaliyet sonuçları etkili ve verimli bir şekilde sürekli olarak incelenmelidir (Tiryaki ve Yılmaz, 2012). Bu yolla bankaların ve sektörün gidişatı gözlemlenerek hangi girdilerle daha etkin ve verimli çıktılar elde edebilecekleri tespit edilmektedir (Köse ve Bülbül, 2011). Bu amaçla kullanılan ölçme araçlarından bir tanesi de finansal rasyolardır.

Türkiye Bankalar Birliği (TBB) ve BDDK verilerine göre Türkiye’de 2016 yılı itibariyle faaliyet gösteren banka sayısı 47’dir. Bu bankalardan 30 tanesi mevduat bankası, 13 tanesi kalkınma ve yatırım bankası, 4 tanesi de katılım bankasıdır. Bankaların sermaye tiplerine göre dağılımı Tablo 1’de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Türkiye’de Bankacılık Sistemi

Bankalar	Mevduat Bankaları	Kalkınma ve Yatırım Bankaları	Katılım Bankaları
Kamusal Sermayeli	3	3	-
Özel Sermayeli	9	6	1
Yabancı Sermayeli	11	4	3
Türkiye’de Şube Açan	6	-	-
TMSF’ye Devredilen	1	-	-
TOPLAM	30	13	4

Bu çalışmanın amacı, 2014 yılı sonu itibariyle aktif büyüklüklerine göre banka sıralamasında geçerli yıllar arasında verisi bulunan ilk yirmi bankanın 2010-2014 yılları arasındaki 5 yıllık döneme ait finansal performanslarının karşılaştırılmasıdır. Aktif büyüklüklerine göre bankaların sıralanması sırasında ilk yirmi de bulunan Odea Bank A.Ş. ve Burgan Bank A.Ş. nin 2010-2011 yılları verileri bulunamadığı için çalışmaya bu bankalar dahil edilmemiştir. Yine aynı şekilde İller Bankası A.Ş. nin 2010 yılı verileri bulunamadığı için çalışmaya dâhil edilmemiştir.

CAMELS derecelendirme sisteminde kullanılan varlık kalitesi, sermaye yeterliliği, karlılık, yönetim kalitesi, likidite, piyasa riski göstergelerinde, BDDK’nın performans bileşenleri endeksinde kriterlere eşit ağırlıklar verilmiştir. Yine aynı şekilde IMF finansal sağlamlık gösterge listesi ile TCMB’nin bankacılık sağlamlık endeksinde yer

alan bölümlere (aktif kalitesi, likidite, kur riski, faiz riski, karlılık, sermaye yeterliliği endeksleri) eşit ağırlıklar verilmiştir. Bu bölümler altında yer alan göstergeler ise grup ağırlığı değişmeyecek şekilde yine eşit katsayılarla ağırlıklandırılmıştır (Tiryaki ve Yılmaz, 2012; Aktaş, 2011; Sakarya, 2010). Buradan hareketle çalışmada, TBB web sayfasında (<http://www.tbb.org.tr>) yayınlanan finansal rasyolardan yararlanılmıştır. Seçilen finansal rasyolar ve ağırlıkları Çizelge 2’de gösterilmiştir. Çizelge 2’den de görülebileceği gibi seçilen rasyoların ağırlıkları eşit olarak (%10) belirlenmiştir.

Çizelge 2. Seçilen Finansal Rasyolar ve Ağırlıkları

	Finansal Rasyolar	Ağırlık
Bilanço Yapısı	Alınan Krediler / Toplam Aktifler(AK/TA)	0,1
	Toplam Krediler ve Alacaklar / Toplam Aktifler(TKA/TA)	0,1
Aktif Kalitesi	Takipteki Krediler (net) / Toplam Krediler ve Alacaklar(TK/TKA)	0,1
	Finansal Varlıklar (net) / Toplam Aktifler(FV/TA)	0,1
Likidite	Likit Aktifler / Toplam Aktifler(LA/TA)	0,1
Karlılık	Net Dönem Karı (Zararı) / Toplam Aktifler(NDKZ/TA)	0,1
	Net Dönem Karı (Zararı) / Özkaynaklar(NDKZ/ÖK)	0,1
Gelir-Gider Yapısı	Faiz Gelirleri / Toplam Aktifler(FG/TA)	0,1
	Özel Karşılıklar Sonrası Net Faiz Geliri / Toplam Faaliyet Gelirleri(ÖKSNFG/TFG)	0,1
Faaliyet Rasyosu	Net Faaliyet Karı (Zararı) / Toplam Aktifler(NFKZ/TA)	0,1

Daha sonra ağırlıklar AHP yöntemiyle bulunup sonuçlar karşılaştırılmıştır.

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ

Performans değerlerinin belirlenmesinde çok kriterli karar verme yöntemlerinden PROMETHEE yöntemi kullanılmıştır.

1.AHP Yöntemi

Analitik Hiyerarşi Prosesi, Saaty tarafından önerilen çok kriterli bir karar verme tekniğidir. AHP, bir karar probleminde, sonlu sayıdaki seçenekleri birden fazla ölçüte göre, varsa niteliksel olanlarıyla birlikte, değerlendiren ve seçenekleri önem derecelerine göre sıralayan bir tekniktir. Bu yöntemle karar vericilerin daha etkin karar vermeleri amaçlanmıştır. Birçok “çok kriterli” karar verme modelinin temelini oluşturan

ve çoğu yöntemde kriter veya alternatiflerin önem derecelerinin belirlenmesinde kullanılan AHP yönteminin adımları şu şekildedir:

Adım 1: Karar verilecek problemin anlaşılabilir ve değerlendirilebilir olması için hiyerarşik olarak düzenlemek gerekir. Bunun için karar probleminin ana hedefi, kriterler, alt kriterler ve alternatifleri hiyerarşik bir yapıda hazırlanır. Karar vericilerin değerlendirmelerine göre kriterlerin birbirleriyle karşılaştırılmasıdır. Amacı kriterlerin ve alternatiflerin önceliklerini belirlemektir. Karşılaştırmalar yapılırken daha çok Çizelge 3’de verilen tercih ölçeği kullanılmaktadır (Saaty,1980).

Çizelge 3. Tercih Ölçeği

Önem Değerleri	Değer Tanımları
1	Her iki kriterin önem eşit öneme sahip olması
3	1. Kriterin 2. Kriterden daha önemli olması durumu
5	1. Kriterin 2. Kriterden çok önemli olması durumu
7	1. Kriterin 2. Kritere nazaran çok güçlü öneme sahip olması durumu
9	1. Kriterin 2. Kritere nazaran mutlak üstün bir öneme sahip olması durumu
2, 4, 6, 8	Ara değerler

Adım 2: Normalizasyon kullanılarak ikili karşılaştırma matrisinin her elemanının göreceli önemi hesaplanmaktadır.

Adım 3: Bu aşamada $A \times w = \lambda_{max} \times w$ eşitliğini sağlayan λ_{max} özvektörü elde edilmelidir. A karşılaştırma matrisini ifade ederken w ise elde edilen ağırlık matrisini ifade etmektedir. (1) ve (2)’deki formüller aracılığıyla tutarlılık oranı (CR) bulunur. CI, tutarlılık indeksini ve RI’ da rassallık göstergesini ifade etmektedir. Rassallık göstergesi matrisin boyutuna göre farklı değerler alan sabit değerlerden oluşmaktadır. Çizelge 4’te RI değerleri yer almaktadır.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (1)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2)$$

Çizelge 4. Rassallık Göstergesi

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48

AHP' de $CR < 0,1$ olması uygulamanın tutarlı olduğunu gösterir.

Adım 4: Bu adımda, her bir kriterin ağırlığı ile ilgili alternatifin o kritere göreli önemlerinin çarpımları toplamı ilgili alternatifin öncelik değerini verecektir.

2.PROMETHEE Yöntemi

PROMETHEE Brans (1982) tarafından geliştirilmiş bir çok kriterli karar verme yöntemidir. Yöntem karar noktalarının sırasını, PROMETHEE I (kısmi sıralama) ve PROMETHEE II (tam sıralama) ana aşamalarıyla belirler. PROMETHEE yöntemi karar noktalarının değerlendirme faktörlerine göre ikili kıyaslamalarına dayanır. Ancak diğer çok kriterli karar verme yöntemlerinden temel farkı, değerlendirme faktörlerinin birbirleri arasında ilişki düzeyini gösteren önem ağırlıklarının yanı sıra, her bir değerlendirme faktörünün kendi iç ilişkisini de dikkate almasıdır (Yaralıoğlu, 2010). Çok kriterli karar verme yöntemleri en uygun çözümü üretmek için kullanılmaktadırlar. Dolayısıyla alternatiflerin değerlendirilmesindeki temel amaç şu şekilde sıralanabilir (Akkaya ve Demireli, 2010; Soba, 2012);

- Seçenekler içinde en iyi alternatifin seçilmesi,
- Bütün alternatiflerin sıralanması,
- Alternatiflerin belirli ölçütlere göre sınıflandırılması,
- Uygun bulunan alternatifler içinde alt kümelerin belirlenmesi.

PROMETHEE yöntemi başlangıçtan sonuç aşamasına kadar 7 aşamada özetlenebilecek çok kriterli bir karar verme yöntemidir (Yaralıoğlu, 2010; Soba, 2012). Yöntemin aşamaları kısaca aşağıdaki gibi açıklanabilir:

1.Aşama: Birinci aşamada Çizelge 5'te gösterilen alternatifler, kriterler ve bunlara ilişkin ağırlıkların yer aldığı bir veri matrisi hazırlanır. Matrisin sütunu alternatifleri gösterirken satırı ise kriterleri göstermektedir.

Çizelge 5. PROMETHEE-GAIA Başlangıç Matrisi

	K1	K2	K3	.	.	Kn	w
A1							
A2							
A3							
.							
.							
An							

2. Aşama: İkinci aşamada her bir kriter için bir tercih fonksiyonu tanımlanır. Yöntemde altı tip (Olağan, U-tipi, V-tipi, Seviyeli, Lineer ve Gaussian) tercih fonksiyonu bulunmaktadır. Bu tercih fonksiyonlarından seçilecek olan ile alternatifler ikili olarak her biri ile karşılaştırması yapılır. Çalışmada kriterin yapısına göre tanımlanabilecek altı fonksiyondan **Lineer** ve **V-tipi** tercih fonksiyonları kullanılmıştır.

3. Aşama: Üçüncü aşama olarak tercih fonksiyonları dikkate alınarak her bir değerlendirme faktörü için karar noktalarının ikili karşılaştırmaları yapılır ve bütün alternatif çiftleri için ortak tercih fonksiyonları belirlenir. Eşitlik (3) ile işlemler yapılmaktadır.

$$P(a, b) \begin{cases} 0 & , f(a) \leq f(b) \\ p[f(a) - f(b)] & , f(a) > f(b) \end{cases} \quad (3)$$

4. Aşama: Buradan hareketle dördüncü aşamada her bir alternatif çifti için pozitif ve negatif değerler hesaplanmaktadır. (4) eşitliği ile her bir alternatif için tercih indeksi belirlenir.

$$\pi(a, b) = \frac{\sum_{i=1}^k w_i * P_i(a, b)}{\sum_{i=1}^k w_i} \quad (4)$$

5. Aşama: Beşinci aşamada ise alternatifler için pozitif ve negatif üstünlükler belirlenir. Elde edilen pozitif değer (ϕ^+) ilgili alternatifin diğer olası alternatifler karşısında ne kadar üstün olduğunu göstermekte iken negatif değer (ϕ^-) diğer olası alternatifler karşısında ne kadar zayıf olduğunu göstermektedir. (5) ve (6) formülleri ile üstünlükler elde edilmektedir.

$$\Phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum \pi(a, b) \quad (5)$$

$$\Phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum \pi(b, a) \quad (6)$$

6. Aşama: Altıncı aşamada PROMETHEE I ile alternatiflerin birbirlerine göre tercih edilebilirlikleri belirlenir. Bu aşamada 3 durum söz konusudur, a ve b alternatiflerinin birbirlerine göre tercih edilebilirliği açıklanan durumlara göre ifade edilmektedir.

Durum I: Eşitlik (7), (8), (9)'dan herhangi birinin sağlandığı durumda, a alternatifi b alternatifine tercih edilir.

$$\Phi^+(a) > \Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a) < \Phi^-(b), \quad (7)$$

$$\Phi^+(a) > \Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a) = \Phi^-(b), \quad (8)$$

$$\Phi^+(a) = \Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a) < \Phi^-(b), \quad (9)$$

Durum II: (10)'da verilen koşul sağlanıyor ise a alternatifi ile b alternatifi farksızdır.

$$\Phi^+(a) = \Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a) = \Phi^-(b), \quad (10)$$

Durum III: (11) ve (12)'deki koşullardan herhangi biri sağlanıyor ise, a alternatifi b alternatifi ile karşılaştırılmaz.

$$\Phi^+(a) > \Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a) > \Phi^-(b), \quad (11)$$

$$\Phi^+(a) < \Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a) < \Phi^-(b), \quad (12)$$

7. Aşama: Yedinci aşamada PROMETHEE II alternatifler için hesaplanan net öncelik değerlerini (Φ^{net}) sıralar. Buna göre eşitlik (13) ve (14)'te;

$$\Phi(a) > \Phi(b) \quad (13)$$

ise, a alternatifi b alternatifine göre daha üstündür denilmektedir,

$$\Phi(a) = \Phi(b) \quad (14)$$

ise, a ve b alternatifleri farksızdır denilmektedir (Bedir ve Eren, 2015).

LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Hunjak ve Jakovčević (2001) yaptıkları çalışmada, bir Hırvat bankasının Veri Zarflama Analizi ile 1999 yılı için seçtikleri rasyoları yardımıyla Analitik Hiyerarşi Prosesi

(AHP) yöntemi tabanlı bir model kurmuş ve finansal performanslarını ölçmüşlerdir. Albayrak ve Erkut (2005), AHP prensibine göre oluşturulmuş, finansal ve finansal olmayan ölçütlerin bir arada kullanıldığı bir model önererek beş bankanın performanslarını değerlendirmişlerdir. Çalışmada, sosyal kriterler göz önüne alınmadan sadece ekonomik kriterlerle bankacılık sektörünün finansal performansını ölçmenin hem yanlış hem de eksik sonuçlar vereceğini kanıtlamaya çalışmışlardır. Kılıç (2006), ELECTRE (ELimination and Choice Expressing REality) TRI (Electre Tree) yöntemini kullanarak yaptığı çalışmada Türkiye’de faaliyet gösteren bankaların yaşayabilecekleri muhtemel mali başarısızlıkları belirlemek için faaliyetlerini sürdüren ve başarısız olan bankaları ayırt edebilecek 10 ayrı rasyo ile 57 adet özel sermayeli mevduat bankasını değerlendirmiştir. Chang (2006), Tayvan’daki 15 ticari bankanın 2000-2002 dönemi finansal performanslarını Gri İlişki Analizi (GRİ) ile incelemiş ve kârlılıkla ilgili rasyoların finansal performansta en fazla paya sahip olduğunu ortaya koymuştur. Ho ve Wu (2006), Avusturya’da faaliyet gösteren üç büyük bankanın finansal performanslarını kıyaslamak için seçilmiş rasyoları analize dahil ederek GRİ yöntemini kullanmışlar ve bankaların finansal performanslarını en çok etkileyen unsurun likit varlıklar olduğunu ortaya koymuşlardır. Abbasi vd. (2008), İran Refah Bankasının belirledikleri 7 rasyo ile TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemini kullanarak finansal performansını ölçmüşlerdir. Bayrakdaroğlu ve Ege (2008), Türkiye’de faaliyet gösteren kamusal, özel ve yabancı sermayeli mevduat bankaları ile ulusal ve yabancı sermayeli kalkınma ve yatırım bankalarının yanı sıra katılım bankaları dâhil olmak üzere 45 ayrı bankanın AHP yöntemi ile ağırlıklandırılmış 2001-2006 mali dönemlerine ilişkin rasyoları kullanılarak finansal performansı değerlendirmişlerdir. Seçme vd. (2009) çalışmalarında, uzman görüşlerini esas alarak Bulanık AHP-TOPSIS yöntemlerini entegre etmiş ve Türk Bankacılık Sektöründe beş ticari bankanın finansal ve finansal olmayan göstergelerle performanslarını değerlendirmişlerdir. Wu vd. (2009) yaptıkları çalışmada, Bulanık AHP ile ağırlıklandırıdıkları üç bankaya ait dört ayrı boyutta ele aldıkları gerek finansal gerekse de finansal olmayan veriler ile çok kriterli karar verme yöntemlerinden SAW (Simple Average Weight), TOPSIS ve VIKOR (Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) yardımıyla performans ölçümü yapmışlardır. Köse ve Bülbül (2009), 2008 küresel krizi sürecinde Türkiye’de faaliyet

gösteren kamusal ve özel sermayeli mevduat bankaları ile yabancı sermayeli mevduat bankalarının 2005-2008 mali dönemlerine ilişkin rasyolarıyla finansal performanslarını TOPSIS yöntemini kullanarak değerlendirmiştir. Çetin ve Çetin (2010), İMKB’de işlem gören 13 bankanın, Bulanık AHP ile ağırlıklandırıdıkları 2008 yılı rasyoları ile VIKOR yöntemini kullanarak finansal performanslarını ölçmüşlerdir. Yapılan analiz sonucunda Garanti Bankası ilk sırada yer alırken Tekstil Bank son sırada yer almıştır. Çetin ve Bıtırak (2010) yaptıkları çalışmada, AHP yöntemi ile 8 ayrı özel kesim ticari ve katılım bankasının 2005-2007 mali dönemlerine ilişkin finansal tablolarından elde ettikleri rasyoları kullanarak finansal performanslarını değerlendirmişlerdir. Demireli (2010), çalışmasında Türkiye’de faaliyet gösteren ve ülke genelinde yaygın olarak hizmet veren kamusal sermayeli üç bankanın 2001-2007 mali yılları finansal performanslarını seçilmiş 10 rasyo kullanarak TOPSIS yöntemi ile değerlendirmiştir. Çağıl (2011) yaptığı çalışmada, Türk Bankacılık Sektöründe, 2006 – 2010 dönemlerine ait kamu ve özel sermayeli mevduat bankaları ile Türkiye’de kurulan yabancı sermayeli bankalarda ELECTRE yöntemi kullanılarak finansal performans analizinin yapılmasını amaçlamıştır. Bülbül ve Köse (2011) yaptıkları çalışmada, Türk gıda sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin finansal performanslarının, finansal oranlarından yararlanılarak çok amaçlı karar verme yöntemleriyle değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Taşkın (2011), çalışmasında Türkiye’de 1995-2009 yılları arasında faaliyet gösteren ticari bankaların performanslarını etkileyen içsel ve dışsal faktörleri belirlemeyi amaçlamıştır. Yöntem olarak panel veri analizi kullanılmış, performans ölçütü olarak aktif karlılığı, net faiz marjı ve özkaynak karlılığı göz önüne alınmıştır. Dinçer ve Görener (2011), Türkiye’deki kamu, özel ve yabancı sermayeli bankaları gruplandırarak, bu grupların finansal performanslarının ölçümünde kullanılacak kriter ağırlıklarını, AHP yardımıyla hesaplamış, sonrasında VIKOR yöntemi kullanarak performans ölçümü gerçekleştirmişlerdir. Çalışmanın amacı, 2002-2008 yıllarını kapsayan dönemlerde bu üç banka grubunun performanslarının analiz edilmesidir. Uçkun ve Girginer (2011), Türk Bankacılık Sistemi’ndeki kamu ve özel mevduat bankalarının finansal oranlar yardımıyla GİA kullanılarak finansal performanslarının belirlenmesini amaçlamışlardır. Çalışmada 3 kamu bankası ve 10 özel banka, 14 finansal oran bakımından GİA’ ne tabi tutularak, finansal performanslarına göre kendi grupları içinde sıralanmıştır. Yayar ve Baykara (2012) yaptıkları çalışmada, Türkiye’de

faaliyet gösteren 4 ayrı katılım bankasının 2005-2011 mali yıllarına ilişkin seçilmiş rasyoları ile etkinlik ve verimliliklerini ölçümlemişlerdir. Ecer (2013) çalışmasında, GİA yaklaşımını kullanarak 2008-2011 dönemi çerçevesinde özel Türk bankalarının finansal performanslarını karşılaştırmayı amaçlamıştır. Bu amaçla 11 özel banka CAMELS kriterlerinden sermaye yeterliliği, likidite, aktif kalitesi ve karlılık göstergeleri kapsamında yer alan 12 finansal oran esas alınarak performanslarına göre sıralanmışlardır. Bektaş ve Tuna (2013), Borsa İstanbul Gelişen İşletmeler Piyasası'nda işlem gören on bir işletme için performans ölçümü yapmışlardır. Bunun için işletmelerin, 2011 yılı bilanço ve gelir tablosu verilerinden yararlanılarak altı tane oran elde edilmiştir. Bu oranlar kullanılarak GİA uygulanmıştır. Demirel vd. (2013) yaptıkları çalışmada, Türkiye'deki bankaların faaliyet oranlarını ve karlılık eğilimlerini analiz etmişlerdir. Çalışmada banka grubu çerçevesinde yapılmış; özel, kamu ve yabancı mevduat bankaları gruplarının faaliyet oranları ve karlılık göstergeleri, zaman serisi-panel veri analizi yöntemiyle karşılaştırılmıştır. Bankalarda karlılık, çeşitli açılardan değerlendirilmiştir. Karlılık ölçütü olarak; aktif karlılığı, net faiz marjı, öz kaynak karlılığı ve diğer faaliyet giderleri / toplam aktiflerle ilgili bilgiler 2002 Mart – 2012 Haziran arasında üçer aylık veriler kullanılarak analiz edilmiştir. Ömürbek ve Kınay (2013) yaptıkları çalışmada, Borsa İstanbul'da (BIST) faaliyet gösteren bir havayolu taşımacılığı şirketi (ABC) ile Frankfurt Menkul Kıymetler Borsası'nda faaliyet gösteren bir havayolu taşımacılığı şirketinin finansal performanslarının değerlendirilmesine çalışılmıştır. Bu amaçla her iki şirketin de 2012 yılına ait finansal durum tablolarından ve performans tablolarından elde edilen finansal veriler kullanılmıştır. Her iki havayolu şirketi de farklı performans göstergeleri açısından birbirlerine üstünlük sağlamaktadırlar. Ancak bütünsel bir değerlendirme yapabilmek için çok kriterli karar verme tekniklerinden biri olan TOPSIS yöntemi tercih edilmiştir. TOPSIS yöntemi tüm kriterleri (performans göstergelerini) çözüme dâhil edip tek bir sonuç çıkarmaktadır. Performans göstergeleri ve ağırlıkları TOPSIS yönteminde kullanılarak iki havayolu şirketinin finansal performansları değerlendirilmiştir. Bağcı ve Rençber (2014) yaptıkları çalışmada, kamu bankaları ile özel bankalar arasında kârlılık performanslarının karşılaştırılmasını amaçlamışlardır. Bu ölçüm PROMETHEE yöntemi ile yapılmıştır. Bu analizler için 3 kamu bankası ve halka açık 10 özel banka kullanılmıştır. Analiz 2006-2012 yılları arasını kapsamaktadır. Güneysu vd. (2015),

Türk bankacılık sisteminde faaliyet gösteren ticari bankaların 2010-2014 dönemindeki finansal performanslarını, 16 adet finansal oran yardımıyla Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerini kullanarak değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Bu kapsamda ilk olarak AHP yöntemi, kriterlerin (finansal oranlar) ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla kullanılmış ve bankaların performanslarının değerlendirilmesinde ana kriterlerden kârlılık oranlarının, alt kriterlerden ise sermaye yeterliliği standart oranının en fazla öneme sahip olduğu ortaya çıkmıştır. GİA yöntemi ise ikinci aşamada bankaları finansal performanslarına göre sıralamak amacıyla kullanılmıştır. Ayrıca literatürde AHP ve PROMETHEE yöntemleri farklı alanlarda da uygulama imkânı bulmuştur; Bedir vd. (2015) AHP ve PROMETHEE yöntemlerini kullanarak 3PL firma seçiminde, Bedir vd. (2015) AHP ve PROMETHEE ile demontaj hattı dengelemede, Hamurcu ve Eren (2015) proje seçim probleminde AHP ve Hedef programlama yöntemlerini, Özder vd. (2016) ANP ve PROMETHEE entegrasyonu ile akademik personel seçiminde, Bedir vd. (2016) AHP ve PROMETHEE yöntemleri ile kurs seçiminde, Geyik vd. (2016) AHP ve yöntemlerinin entegre edilmiş hali ile kitap basımevi seçiminde bir uygulama yapmışlardır.

UYGULAMA

Uygulamanın amacı, bankaların performanslarının karşılaştırılmasıdır. İlk uygulamada kriter ağırlıkları eşit kabul edilip Visual PROMETHEE Launch Edition 1.0.11.0 programı ile problemin çözümü yapılmıştır. İkinci uygulama da ise kriter ağırlıkları AHP yöntemiyle bulunup Visual PROMETHEE Launch Edition 1.0.11.0 programı ile problemin çözümü yapılmıştır.

1. İlk Uygulama

Elde edilen verilerin uygulanması Visual PROMETHEE Launch Edition 1.0.11.0 programı ile yapılmıştır. Çizelge 6'da mevduat bankaları ve kriter olarak atanmış 10 ayrı rasyoya ilişkin 2012 yılı değerleri görülmektedir.

Çizelge 6’da yer alan değerler ve bu finansal rasyolara atanmış ağırlıkların programa girilmiş hali Şekil 1 ve Şekil 2’de gösterilmiştir.

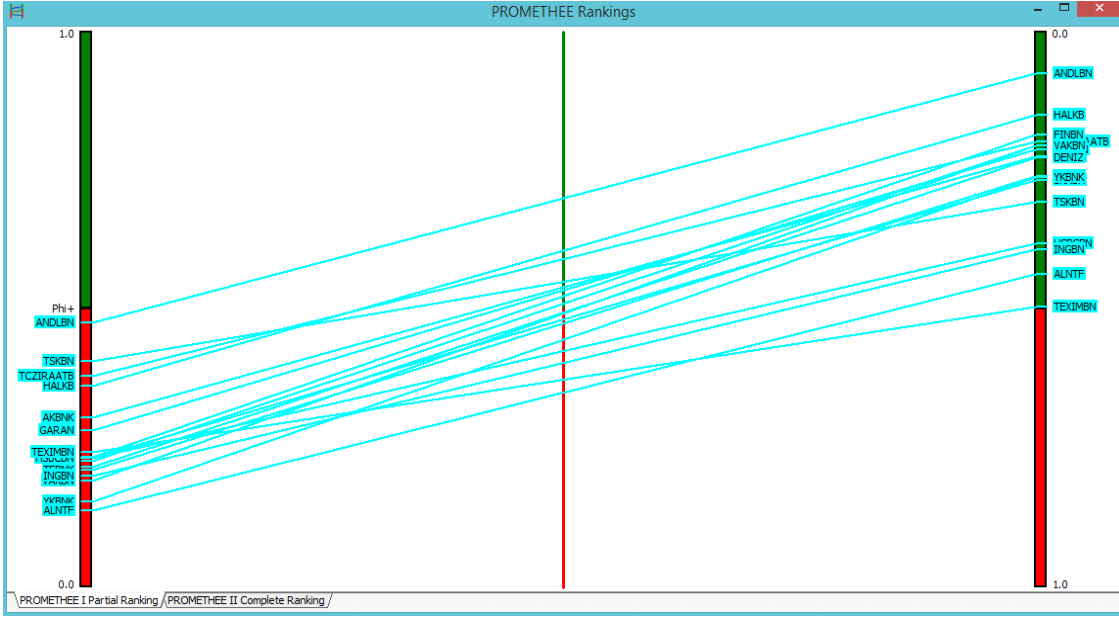
Scenario1	RASYO1	RASYO2	RASYO3	RASYO4	RASYO5	RASYO6	RASYO7	RASYO8	RASYO9	RASYO10
Unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit
Cluster/Group	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
Preferences										
Min/Max	min	min	min	max	max	max	max	max	max	min
Weight	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Preference Fn.	Linear	V-shape	Linear	V-shape	Linear	V-shape	Linear	Linear	Linear	Linear
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
- Q: Indifference	1,78	n/a	0,10	n/a	0,30	n/a	3,00	0,21	0,10	1,20
- P: Preference	9,36	10,52	1,50	20,10	1,37	12,55	15,93	2,07	1,35	13,30
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Statistics										
Minimum	1,90	43,90	0,00	11,30	0,70	5,90	45,40	3,71	0,95	5,40
Maximum	66,90	86,30	1,90	39,70	3,00	21,10	93,30	12,06	3,72	40,20
Average	16,22	64,42	0,82	27,58	1,68	12,84	64,30	8,72	2,13	19,23
Standard Dev.	17,87	8,48	0,63	7,40	0,58	3,79	12,87	2,03	0,74	8,07
Evaluations										
TCZIRAATB	1,90	43,90	1,10	37,40	1,60	15,40	74,90	9,09	2,15	40,20
ISBANK	6,10	61,10	0,40	25,70	1,90	14,60	54,30	7,63	2,35	22,00
GARAN	13,50	57,30	0,40	38,00	1,90	14,40	57,30	7,91	2,45	24,00
AKBNK	9,00	56,20	0,10	39,70	1,90	13,50	58,20	7,24	2,44	29,60
YKBNK	10,20	62,00	1,30	26,40	1,60	11,30	55,00	7,67	2,00	17,60
VAKBN	7,10	65,10	0,40	27,20	1,40	12,30	60,30	8,37	1,80	17,70
HALKB	6,70	60,90	0,50	22,70	2,40	21,10	64,80	8,30	3,07	21,20
FBNB	4,70	67,00	1,00	28,30	1,70	12,30	55,50	10,25	2,15	15,40

Şekil 1. 2012 Yılı İçin Visual PROMETHEE Veri Giriş Ekranı

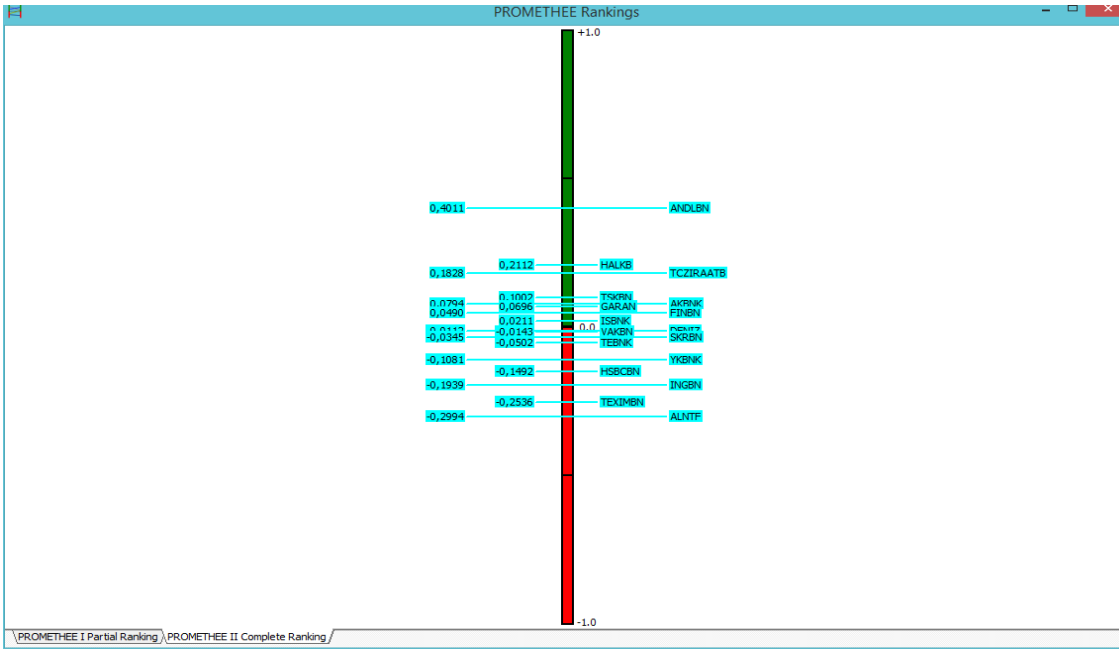
✓	DENİZ	12,20	63,80	1,70	30,50	1,80	16,20	56,20	9,27	2,25	17,20
✓	TEBNK	11,90	68,20	0,90	26,90	1,10	10,10	71,10	9,05	1,47	11,20
✓	INGBN	23,60	75,00	1,10	21,70	1,00	8,20	73,20	9,57	1,41	10,00
✓	HSBCBN	22,50	61,00	1,70	37,10	0,70	5,90	70,00	9,78	0,95	15,40
✓	TEXIMBN	57,80	86,30	0,00	11,30	1,40	6,00	93,30	3,71	1,43	5,40
✓	SKRBN	5,20	68,70	1,50	19,60	1,70	13,20	46,10	11,92	2,14	14,90
✓	TSKBN	66,90	66,90	0,00	29,90	3,00	17,50	87,90	5,72	3,72	28,20
✓	ALNTF	12,90	65,30	1,90	18,60	0,90	12,00	45,40	10,75	1,10	23,20
✓	ANDLBN	3,60	66,40	0,00	27,90	2,60	14,30	69,60	12,06	3,35	13,70

Şekil 2. 2012 Yılı İçin Visual PROMETHEE Veri Giriş Ekranı

Şekil 3’te ise alternatifler için oluşturulan kriter ağırlıklarına göre en iyiden en kötüye doğru bir sıralama görülmektedir. PROMETHEE I ile elde edilen sonuçlar Anadolu Bank’ın diğer bankalara göre daha baskın olduğunu gösterirken hangi alternatifin seçileceğini net olarak göstermemektedir. Bunun için PROMETHEE II sonuçlarına ihtiyaç duyulmaktadır. PROMETHEE II sonuçları ise Şekil 4’teki gibidir.

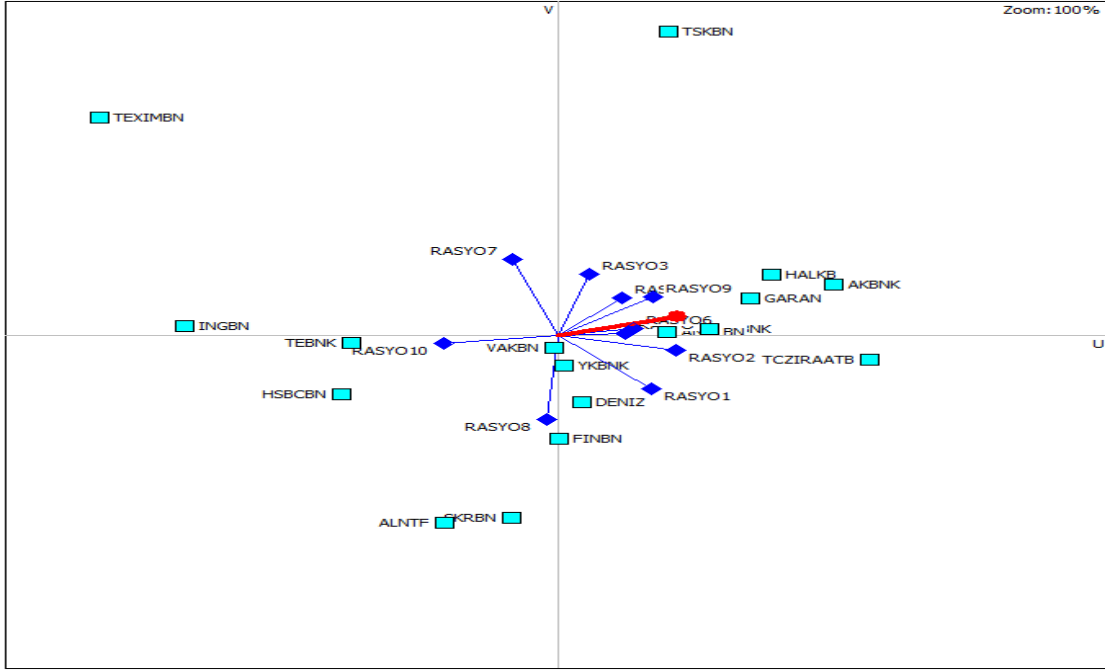


Şekil 3. 2012 Yılı İçin PROMETHEE I Sıralama Sonuçları



Şekil 4. 2012 Yılı İçin PROMETHEE II Sıralama Sonuçları

Karar vericilerin mevcut alternatifler için subjektif bilgi atamaları ihtimaline karşın olası kayıpların belirlenmesinde GAIA düzlemi kullanılmaktadır. Bu yolla çelişen kriterler de izlenebilmektedir. Şekilde çelişen kriterler açıkça ve kolaylıkla gözlenebilmektedir. Bankaların 2012 yılı performanslarına göre dağılımı ise Şekil 5'te gösterilmiştir. Bu durumda aynı yönde hareket eden alternatif ve kriter vektörleri uyumu, ters yönde hareket eden kriter ve alternatif vektörleri de uyumsuzluğu göstermektedir.



Şekil 5. 2012 Yılı İçin GAIA Düzlemi

Aktif büyüklüklerine göre verisi bulunan ilk yirmi kamusal, özel ve yabancı sermayeli mevduat bankalarının 2010-2014 dönemine ait finansal performans sıralamaları Çizelge 7’de verilmiştir. Çizelge 7 incelendiğinde beş yıllık periyotta Türkiye Cumhuriyeti Ziraat Bankası, Türkiye Halk Bankası, Anadolu Bankası, Akbank ve Garanti Bankası’nın genel itibarıyla üst sıralarda yer aldığı, buna karşın Alternatifbank, Şekerbank, Türk Eximbank, HSBC Bank, ING Bank, Türk Ekonomi Bankası, Yapı ve Kredi Bankası ise alt sıralarda yer aldığı görülmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde ise hiçbir bankanın finansal performans açısından tek başına tüm yıllarda birinci sırada ya da son sırada yer almadığı görülmektedir. Türkiye Cumhuriyeti Ziraat Bankası’nın 2010 ve 2011 yıllarında birinci olması, 2012 yılında üçüncü sırada ve 2013-2014 dönemleri arasında birinci sırada yer alması performansı en yüksek banka olarak değerlendirilmesini sağlamaktadır. Türkiye Halk Bankası da 2010 yılında üçüncü sırada yer alırken 2011-2013 yılları arasında ikinci, 2014 yılında ise sekizinci sırada yer alması genel sıralamada ikinciliği zorlamıştır. Yine aynı şekilde, Anadolu Bankası 2010-2011 yılları arasında dördüncü sırada yer alırken 2012 yılında birinci 2013 yılında üçüncü ve 2014 yılında dördüncü sırada yer alarak genel sıralamada ikinciliği zorlamıştır. Bu durumda en iyi finansal performansı kamusal sermayeli bir mevduat bankası sergilemiştir.

Çizelge 6. Alternatiflerin Phi (ϕ^{net}) Değerleri ve Sıralamalar

BANKALAR	2010		2011		2012		2013		2014	
	Phi (ϕ^{net})	Sıra	Phi (ϕ^{net})	Sıra	Phi (ϕ^{net})	Sıra	Phi (ϕ^{net})	Sıra	Phi (ϕ^{net})	Sıra
TCZİRAATB	0,34	1	0,25	1	0,18	3	0,29	1	0,27	1
İŞBNK	0,10	7	0,04	9	0,02	8	-0,02	10	0,07	5
GARAN	0,14	6	0,15	5	0,07	6	0,06	6	0,05	6
AKBNK	0,18	5	0,11	7	0,08	5	0,10	4	0,10	3
YKBNK	-0,07	11	-0,10	12	-0,11	13	0,06	7	-0,07	14
VAKBN	-0,06	10	-0,03	11	-0,02	10	0,06	8	0,03	7
HALKB	0,19	3	0,20	2	0,21	2	0,21	2	0,03	8
FİNBN	0,21	2	0,18	3	0,05	7	0,02	9	-0,003	11
DENİZ	-0,14	14	0,13	6	-0,01	9	-0,08	12	0,02	9
TEBNK	-0,15	15	-0,19	14	-0,05	12	-0,04	11	0,004	10
INGBN	-0,20	16	-0,20	15	-0,19	15	-0,19	15	-0,17	15
HSBCBN	-0,09	12	-0,02	10	-0,15	14	-0,23	16	-0,30	17
TEXİMBN	0,02	8	-0,20	16	-0,25	16	-0,26	17	-0,17	16
ŞKRBN	-0,12	13	-0,16	13	-0,04	11	-0,10	13	-0,03	13
TSKBN	-0,08	9	0,07	8	0,10	4	0,10	5	0,11	2
ALNTF	-0,53	17	-0,40	17	-0,30	17	-0,14	14	-0,02	12
ANDLBN	0,19	4	0,17	4	0,40	1	0,18	3	0,09	4

Çalışmada incelenen bankalardan üç tanesinin kamusal sermayeli olduğu göz önüne alındığında bu bankalardan Türkiye Cumhuriyeti Ziraat Bankası ve Türkiye Halk Bankası üst düzey bir performans sergilemiştir.

2. İkinci Uygulama

Uygulamada kullanılacak olan verilerin ağırlıkları AHP yöntemiyle belirlenmiştir. Kriterlere ilişkin karşılaştırma matrisi oluşturulurken çeşitli literatür taramaları yapılmış ve uzman görüşleri alınmıştır. Alınan uzman görüşleri ve yapılan literatür taramalarına göre uygulamada kullanılan kriterlere ait ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 8' de gösterilmiştir.

Çizelge 7. Kriterlere İlişkin İkili Karşılaştırma Matrisi

	AK/ TA	TKA/ TA	TK/ TKA	LA/ TA	NDKZ/ TA	NDKZ/ ÖK	ÖKSNG/T FG	FG/ TA	NFKZ/T A	FV/ TA
AK/TA	1	2	2	2	3	4	3	6	7	9
TKA/TA	0,5	1	2	2	2	3	3	4	5	3
TK/TKA	0,5	0,5	1	2	2	2	3	4	5	6
LA/TA	0,5	0,5	0,5	1	2	3	2	3	4	5
NDKZ/TA	0,33	0,5	0,5	0,5	1	2	2	2	3	4
NDKZ/ÖK	0,25	0,33	0,5	0,33	0,5	1	2	2	2	3
ÖKSNG/TFG	0,33	0,33	0,33	0,5	0,5	0,5	1	2	2	3
FG/TA	0,17	0,25	0,25	0,33	0,5	0,5	0,5	1	2	2
NFKZ/TA	0,14	0,2	0,2	0,25	0,33	0,5	0,5	0,5	1	2
FV/TA	0,11	0,33	0,17	0,2	0,25	0,33	0,33	0,5	0,5	1

Çizelge 8'deki karar matrisinin her bir elemanı bulunduğu sütun toplamına bölünerek Çizelge 9'daki normalize edilmiş karar matrisi hesaplanmıştır.

Çizelge 8. Normalize Edilmiş Karar Matrisi

	AK/ TA	TKA/ TA	TK/ TKA	LA/ TA	NDKZ/T A	NDKZ/Ö K	ÖKSNG/T FG	FG/T A	NFKZ/ TA	FV/ TA
AK/TA	0,26	0,34	0,27	0,22	0,25	0,24	0,17	0,24	0,22	0,24
TKA/TA	0,13	0,19	0,27	0,22	0,17	0,18	0,17	0,16	0,16	0,08
TK/TKA	0,13	0,09	0,14	0,22	0,17	0,12	0,17	0,16	0,16	0,16
LA/TA	0,13	0,09	0,07	0,11	0,17	0,18	0,12	0,12	0,13	0,13
NDKZ/TA	0,09	0,09	0,07	0,06	0,09	0,12	0,12	0,08	0,1	0,11
NDKZ/ÖK	0,07	0,06	0,07	0,04	0,04	0,06	0,12	0,08	0,06	0,08
ÖKSNG/TFG	0,09	0,06	0,05	0,06	0,04	0,03	0,06	0,08	0,06	0,08
FG/TA	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,06	0,05
NFKZ/TA	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,05
FV/TA	0,03	0,06	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03

Çizelge 9'daki normalize edilmiş karar matrisinin satır toplamaları da kriter sayısına bölünerek, kriterlerin ağırlıkları hesaplanmış ve Çizelge 10'da gösterilmiştir.

Çizelge 9. Kriter Ağırlıkları

KRİTERLER	AĞIRLIKLAR
AK/TA	0,24
TKA/TA	0,17
TK/TKA	0,15
LA/TA	0,12
NDKZ/TA	0,09
NDKZ/ÖK	0,07
ÖKSNG/TFG	0,06
FG/TA	0,04
NFKZ/TA	0,03
FV/TA	0,03

İkili karşılaştırma matrisinin en büyük öz değeri olan λ , EXCEL programı kullanılarak hesaplanmış ve 10,35 bulunmuştur. Buna bağlı olarak tutarlılık göstergesi (CI) ve tutarlılık oranı (RI) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} = \frac{10,35 - 10}{10 - 1} = 0,039 ,$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,039}{1,49} = 0,026$$

Tutarlılık oranı (CR) değeri 0,1 den küçük olduğundan karar vericilerin değerlendirmelerinin tutarlı olduğu söylenebilir.

Tutarlılık tespit edildikten sonra Çizelge 10'daki ağırlıklar kullanılarak Visual PROMETHEE Launch Edition 1.0.11.0 programı ile problem çözülmüştür. Çözüm sonuçları Çizelge 11' de gösterilmiştir.

Çizelge 10. Alternatiflerin Phi (ϕ^{net}) Değerleri ve Sıralamalar

BANKALAR	2010		2011		2012		2013		2014	
	Phi (ϕ^{net})	Sıra	Phi (ϕ^{net})	Sıra	Phi (ϕ^{net})	Sıra	Phi (ϕ^{net})	Sıra	Phi (ϕ^{net})	Sıra
TCZİRAATB	0,55	1	0,48	1	0,39	1	0,42	1	0,41	1
İŞBNK	0,31	3	0,23	3	0,15	6	0,08	8	0,16	3
GARAN	0,21	4	0,19	5	0,15	5	0,09	7	0,10	6
AKBNK	0,37	2	0,27	2	0,26	3	0,22	3	0,25	2
YKBNK	-0,04	9	-0,09	12	-0,06	10	0,09	6	0,008	10
VAKBN	0,07	8	0,06	8	0,07	7	0,13	5	0,13	4
HALKB	0,20	5	0,22	4	0,24	4	0,27	2	0,07	8
FİNBN	0,13	6	0,14	7	0,07	8	0,05	9	0,06	9
DENİZ	-0,29	15	0,03	9	-0,06	11	-0,02	10	0,10	7
TEBNK	-0,17	14	-0,22	14	-0,10	13	-0,14	12	-0,09	13
INGBN	-0,39	16	-0,37	15	-0,39	16	-0,34	16	-0,33	16
HSBCBN	-0,15	13	-0,07	11	-0,22	14	-0,17	14	-0,27	15
TEXİMBN	-0,14	12	-0,40	16	-0,42	17	-0,47	17	-0,40	17
ŞKRBN	-0,05	10	-0,03	10	-0,07	12	-0,16	13	-0,06	12
TSKBN	-0,10	11	-0,11	13	-0,05	9	-0,08	11	-0,03	11
ALNTF	-0,61	17	-0,45	17	-0,30	15	-0,17	15	-0,24	14
ANDLBN	0,09	7	0,14	6	0,34	2	0,20	4	0,13	5

Genel olarak değerlendirildiğinde ise Türkiye Cumhuriyeti Ziraat Bankası üst düzey bir performans göstererek tek başına tüm yıllarda birinci sırada yer almıştır. Akbank 2010-2011 yıllarında ikinci sırada yer alırken, 2012-2013 yıllarında üçüncü, 2014 yılında ise ikinci sırada yer alması genel sıralamada ikinci sıraya yerleşmiştir. Bu durumda en iyi

finansal performansı kamusal sermayeli bir mevduat bankası sergilerken ikinciliği özel sermayeli bir mevduat bankası sergilemiştir.

Çalışmada incelenen bankalardan üç tanesinin kamusal sermayeli olduğu göz önüne alındığında bu bankalardan Türkiye Cumhuriyeti Ziraat Bankası birinci sırayı alarak üst düzey bir performans sergilemişken diğer kamusal sermayeli bankalar olan Türkiye Vakıflar Bankası ve Türkiye Halk Bankası ortalama bir performans sergilemiştir. Aynı şekilde özel sermayeli mevduat bankalarından Akbank üst düzey bir performans sergilemiştir.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada aktif büyüklüklerine göre geçerli yıllar arasında verisi bulunan 3 kamusal sermayeli mevduat bankası, 6 Türkiye’ de kurulmuş yabancı sermayeli bankalar, 6 özel sermayeli mevduat bankası ve 2 kamusal sermayeli kalkınma ve yatırım bankası olmak üzere toplam 17 bankanın 2010-2014 dönemi finansal performansları çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan PROMETHEE yöntemi ile değerlendirilmiştir. Bu dönemlere ait seçilmiş 10 rasyo finansal performans göstergesi olarak kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar yıllar itibariyle sıralı olarak verilmiştir. Ağırlıklı ve ağırlıksız yapılan sıralamalarda bazı farklılıklar görülmekte olup bu farklılıklar ise değerlendirilen kriterlerin öncelik durumlarının etkisi ile oluşmuştur. Bu da ağırlığı en yüksek çıkan, uzmanlara göre etkisinin en fazla olduğu düşünülen kritere göre değerlendirilen bankaların müşteriler tarafından tercih edilebilme alternatiflerini göstermektedir. Bu ağırlıklandırılmış kriterlere göre sıralanan bankaların performanslarının, aslında sübjektif kararların daha baskın olduğu durumlarda nasıl değerlendirildiği görülmektedir.

Bu çalışma ile literatürdeki sıklıkla kullanılan yöntemlerin aksine sıralama yöntemlerindeki yaşanan zorlukları minimize etmek için geliştirilmiş olan PROMETHEE yöntemi, ele alınan problemin alternatiflerini tercih fonksiyonları ile ilişkilendirerek aynı anda hem niteliksel hem de niceliksel faktörlere göre değerlendirme imkânı sağlamıştır. Aynı zamanda çalışmanın çok kriterli karar verme yöntemlerinden PROMETHEE ile yapılmış olması aynı sektör için farklı yöntemlerle yapılmış başka çalışmalarda elde edilen sonuçlarla karşılaştırılabilmesini kolaylaştırır da seçilen finansal rasyoların ve bu rasyolara atanan ağırlıkların birbirinden farklı olması benzer sonuçların elde edilememesine yol açabilmektedir. Ayrıca iki

uygulamada da kriter ağırlıklarının farklı olması sonuçları etkilemiştir. Böylece çalışma ile bütün parametreler açık şekilde belirlenmiş olmakta ve karar vermede alternatifler tercih fonksiyonlarına göre ikili karşılaştırılarak basit ve açık sonuçlar elde edilmiş olur. İlk uygulamada kriter ağırlıkları eşit kabul edilip bankaların performansları PROMETHEE yöntemine göre değerlendirilmiştir. İkinci uygulamada ise ağırlıklar AHP yöntemiyle bulunup bankaların performansları PROMETHEE yöntemine göre değerlendirilmiştir. Her iki uygulamada da en iyi finansal performansı kurumsal sermayeli bir banka olan Türkiye Cumhuriyeti Ziraat Bankası sergilediği söylenebilir. Bu çalışma ile ilerideki yapılacak olan çalışmalar için kullanılan yöntemler açısından yardımcı olabilecek ölçüde açıklamalar yapılmıştır ve değerlendirmesi yapılan banka sayıları artırılarak bir performans değerlendirmesi farklı yöntemler kullanılarak yapılabilir veya kamu ve özel bankaların performans değerlendirmesi yine farklı yöntemler kullanılarak yapılabilir.

KAYNAKÇA

- Abbasi, M.K., Hemmati, H., Abdolshah, M., “Analysis and Prioritizing Bank Account with TOPSIS Multiple-Criteria Decision - A Study of Refah Bank in Iran”, 21st Australasian Finance and Banking Conference, 1-10, 2008.
- Albayrak, Y.E., Erkut, H., “Banka Performansı Değerlendirmede Analitik Hiyerarşi Süreci Yaklaşımı”, İTÜ Dergisi, 4 (6), 47-58, 2005.
- Bağcı, H., Rençber, Ö.F., “Kamu Bankaları ve Halka Açık Özel Bankaların PROMETHEE Yöntemi ile Kârlılıklarının Analizi”, Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 6 (1), 38-47, 2014.
- Bayrakdaroğlu, A., Ege, İ., “Türkiye’deki Bankaların Performansının Analitik Hiyerarşi Süreci ile Değerlendirilmesi Üzerine Bir Model Önerisi”, Türkiye İstatistik Kurumu 17. İstatistik Araştırma Sempozyumu, 32-49, 2008.
- Bedir, N., Eren T., “AHP-PROMETHEE Yöntemleri Entegrasyonu ile Personel Seçim Problemi: Perakende Sektöründe Bir Uygulama.” Social Sciences Research Journal, 4(4), 46-58, 2015.
- Bedir N., Özder E.H., Eren T., “The Third Party Logistics Firm Selection Using Of AHP-PROMETHEE Methods”, XIII. International Logistics and Supply Chain Congress 22-23 October 2015, Izmir, Turkey.
- Bedir N., Alağaç H.M., Eren T., “AHP-PROMETHEE Entegrasyonu İle Demontaj Hattı Dengeleme”, 21. Ulusal Ergonomi Kongresi, 2-4 Ekim 2015, Isparta
- Bedir N., Özder E.H., Eren T., “ Course Selection with AHP & PROMETHEE Methods for Post Graduate Students: An Application in Kirikkale University Graduate School of Natural and Applied Sciences” The 3rd International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA 2016) in Hong Kong, 68, 1-7, 20004, April 28-30, 2016.
- Bektaş, H., Tuna, K., “Borsa İstanbul Gelişen İşletmeler Piyasası’nda İşlem Gören Firmaların Gri İlişkisel Analiz ile Performans Ölçümü”, Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 3 (2), 185-198, 2013.

- Bülbül, S., Köse, A., “Türk Gıda Şirketlerinin Finansal Performansının Çok Amaçlı Karar Verme Yöntemleriyle Değerlendirilmesi”, Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 10. Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu Özel Sayısı, 25, 2011.
- Chang, C.P., “Managing Business Attributes and Performance for Commercial Banks”, The Journal of American Academy of Business, 9 (1), 104-109, 2006.
- Çağlı, G., “2008 Küresel Kriz Sürecinde Türk Bankacılık Sektörünün Finansal Performansının ELECTRE Yöntemi ile Analizi”, Maliye Finans Yazıları, 25(93), 59-86, 2011.
- Çetin, A.C., Bıtrak, İ.A., “Banka Karlılık Performansının Analitik Hiyerarşi Süreci ile Değerlendirilmesi: Ticari Bankalar ile Katılım Bankalarında Bir Uygulama”, Alanya İşletme Fakültesi Dergisi, 2 (2), 75-92, 2010.
- Çetin, M.K., Çetin, E.İ., “Multi-Criteria Analysis of Banks’ Performances”, International Journal of Economics and Finance Studies, 2 (2), 73-78, 2010.
- Demirel, E., Atakişi, A., Abacıoğlu, S., “Bankacılık Faaliyet Oranlarının Panel Veri Analizi: Türkiye’deki Kamu, Özel ve Yabancı Sermayeli Bankaların Durumu”, Muhasebe ve Finansman Dergisi, 59, 101-112, 2013.
- Demireli, E., “TOPSIS Çok Kriterli Karar Verme Sistemi: Türkiye’deki Kamu Bankaları Üzerine Bir Uygulama”, Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi, 5 (1), 101-112, 2010.
- Diñçer, H., Görener, A., “Analitik Hiyerarşi Süreci ve VIKOR Tekniği ile Dinamik Performans Analizi: Bankacılık Sektöründe Bir Uygulama”, İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 10 (19), 109-127, 2011.
- Ecer, F., “Türkiye’deki Özel Bankaların Finansal Performanslarının Karşılaştırılması: 2008-2011 Dönemi”, AİBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 13 (2), 171-189, 2013.
- Geyik, O., Tosun, M., Ünlüsoy, S., Hamurcu, M., Eren, T., “Kitap Basımevi Seçiminde AHP ve TOPSIS Yöntemlerinin Kullanımı”, Uluslararası Sosyal ve Eğitim Bilimleri Dergisi, 3 (6), 106-126.
- Güneysu, Y., Er, B., Ar, İ.M., “Türkiye’deki Ticari Bankaların Performanslarının AHS ve GİA Yöntemleri ile İncelenmesi”, Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Dergisi, 9, 71-93, 2015.
- Hamurcu M., Eren T., “Using Analytic Hierarchy Process and Goal Programming Methods for Investment Project Selection in Ankara”, 11th International Conferences on Multiple Objective Programming and Goal Programming (MOPGP 2015), Tlemcen, Algeria, 13-15 December 2015.
- Ho, C.T., Wu, Y.S., “Benchmarking Performance Indicators for Banks”, Benchmarking: An International Journal, 13 (1/2), 147-159, 2006.
- Hunjak, T., Jakovčević, D., “AHP Based Model for Bank Performance Evaluation and Rating”, 6th ISAHP, 1-10, 2001.
- Kılıç, S.B., “Türk Bankacılık Sistemi İçin Çok Kriterli Karar Alma Analizine Dayalı Bir Erken Uyarı Modelinin Tahmini”, ODTÜ Gelişme Dergisi, 33 (1), 117-154, 2006.
- Köse, A., Bülbül, S., “2008 Küresel Kriz Sürecinde Türk Bankacılık Sektörünün Finansal Performans Analizi”, Uluslararası Finans Sempozyumu: Küresel Kriz Sonrası Yeni Finansal Mimari Arayışlar, Marmara Üniversitesi Bankacılık ve Sigortacılık Yüksekokulu ve Marmara Üniversitesi Bankacılık ve Sigortacılık Enstitüsü, 259-275, 2009.

- Ömürbek, V., Kınay, B., “Havayolu Taşımacılığı Sektöründe TOPSIS Yöntemiyle Finansal Performans Değerlendirmesi”, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 18 (3), 343-363, 2013.
- Özder E.H., Bedir N., Eren T., “Academic Staff Selection With ANP & PROMETHEE Method: A Case Study In Turkey” International Academic Conference on Engineering, Technology and Innovations (IACETI), Dubai, UAE, March 5th, 2016.
- Seçme, N.Y., Bayrakdaroğlu, A., Kahraman, C., “Fuzzy Performance Evaluation In Turkish Banking Sector Using Analytic Hierarchy Process And TOPSIS”, Expert Systems with Applications: An International Journal, 36 (9), 11699-11709, 2009.
- Taşkın, F.D., “Türkiye’de Ticari Bankaların Performansını Etkileyen Faktörler/The Factors Affecting The Performance of The Turkish Commercial Banks”, Ege Akademik Bakış, 11 (2), 289-298, 2011.
- Uçkun, N., Girginer, N., “Türkiye’deki Kamu ve Özel Bankaların Performanslarının Gri İlişki Analizi ile İncelenmesi”, Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 11 (21), 44-66, 2011.
- Wu, H., Tzeng, G., Chen, Y., “A Fuzzy MCDM Approach For Evaluating Banking Performance Based On Balanced Scorecard”, Expert Systems with Applications: An International Journal, 36 (6), 10135-10147, 2009.
- Yayar, R., Baykara, H.V., “TOPSIS Yöntemi ile Katılım Bankalarının Etkinliği ve Verimliliği Üzerine Bir Uygulama”, Business and Economics Research Journal, 3 (4), 21-42, 2012.

<http://www.tbb.org.tr>

<http://www.tkbb.org.tr>

<http://www.bddk.org.tr>

Küresel Motorun Mikrodenetleyici Kontrollü Sürücü Devresi ve Tasarımı

Sibel AKKAYA OY^{1*}, Osman GÜRDAL², Olcay AYDIN³

¹Ordu Üniversitesi, Fatsa Deniz Bilimleri Fakültesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Mühendisliği Bölümü, Ordu.

²Orhangazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Bursa.

³Celal Bayar Üniversitesi, Turgutlu Meslek Yüksekokulu, Elektronik ve Kontrol Otomasyon Bölümü, Manisa.

Özet

Bu çalışmada sabit mıknatıslı küresel motor ve sürücü devresi tasarlanmıştır. Bunun için PIC 16F887 kullanılmıştır. Tasarlanan sistemde kullanılan mikrodenetleyicinin maliyetinin ucuz olması, kolay programlanabilmesi ve geniş bir kullanım alanına sahip olması kontrol devresinde avantaj sağlamıştır.

Anahtar kelimeler: Sabit mıknatıslı küresel motor; PIC 16F887; Sürücü devre

Design and Microcontroller Controlled Driver Circuit Of A Spherical Motor

Abstract

In this study, a permanent magnet spherical motor and driver circuit is designed. PIC 16F887 was used for this purpose. The designed system showed that this low cost microcontroller with easily programmable feature and having a wide range of usage areas is advantageous.

Keywords: Permanent magnet spherical motor; PIC 16F887; Driver circuit

**sibelakkayaoy@gmail.com*

1. GİRİŞ

Küresel motor; bir eksen etrafında dönen doğrusal hareket yapabilen, hareketli sargısı, hareketli demir nüvesi veya hareketli daimi mıknatısı olan sınırlı üç boyutlu hareket yapabilen elektromekanik elemandır. Motorların birkaç tanesinin birlikte yapabileceği işleri tek başına yapmaktadır. Bunun kazancı olarak daha az miktarda motor kullanılarak maliyet düşürülmektedir.

Küresel motorun zaman içerisindeki gelişimini incelediğimizde Williams ve Laithwaite'nin 1950'li yıllarda değişken hızlı indüksiyon motorlar üzerine çalışması, indüksiyon motorun küresel geometri ile geliştirilmesine olanak sağlamıştır (Wang et al 1998). Rotorun yapısı küreye yakın bir şekilde yapılmıştır. Bu rotor enine ve boyuna yönde bakır tel ile sarılmıştır. Williams ve Laithwaite'nin bu çalışmalarına dayanarak Vachtsevanos ve arkadaşları üç serbest dereceli küresel motor tasarlamışlardır (Vachtsevanos et al 1987). Daha sonra Davey ve arkadaşları ideal dağıtılan akım modelini kullanarak bu motorun elektromanyetik alan analizini yapmışlardır (Davet et al 1987).

Doğru akım küresel motorun hareket alanının sınırlılığı ve küresel indüksiyon motorunun karmaşık mekaniksel yapıya sahip olması ve üretimindeki zorluklar yüzünden Lee ve arkadaşları küresel adım motor kavramını ortaya atmışlardır ve adım motorunu temel alarak değişken relüktanslı küresel adım motor tasarlamışlardır (Lee et al 1988; Lee et al 1991).

Toyoma ve arkadaşları iki serbestlik derecesyle hareket eden ultrasonik küresel motoru geliştirmiştir (Toyoma et al 1995). Mashimo ve arkadaşları çok serbestlik derece ile hareket eden ultrasonik motor tasarlamışlardır (Mashimo et al 2009). Küresel motor uygulamalarının artması ile kontrol sistemlerinin performansları için güç elektroniği ve dijital kontrol teknolojileri büyük önem kazanmıştır. Küresel motorların tork, akım, gerilim ve pozisyon kontrolü yapılmaktadır (Park et al 2012). Öner ve arkadaşları rotoru 4 kutuptan statoru ise sekiz kutuptan meydana gelen sabit mıknatıslı küresel motorun kontrolünü gerçekleştirmişlerdir (Oner et al 2009).

Gelişen ve hızla ilerleyen bu teknolojiler karşısında ülkemizde de yavaş yavaş robotik uygulamaların artış gösterdiği bir eğilim oluşmuştur. Endüstrinin bu ihtiyacına cevap

verebilmek için bu robotik sistemlerde kullanılan eyleyicilerin ihtiyaca göre tasarlanması ve sürücülerinin de çalışacağı ortama uygun olarak tasarlanması gerekmektedir. Bir motorun daha verimli çalışabilmesi için kontrol devreleri oldukça önemlidir. Bu çalışmada statoru üç kutuptan, rotoru sabit mıknatıslı iki kutuptan tasarlanan küresel motorun kontrol ünitesi gerçekleştirilmiştir. Bu kontrol PIC mikro denetleyicisi ile yapılmıştır. PIC program C dilinde hazırlanmıştır.

2. KÜRESEL MOTORUN YAPISI

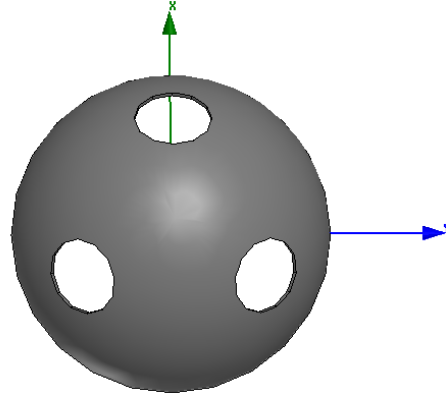
Bilgisayar destekli tasarımı yapılan küresel motorun temel parçalarından biri statordur. Yapılan bu tasarımdaki küresel motor hava nüveli olduğu için tasarlanan küresel motorun stator kısmı Delrin malzemesinden yapılmıştır. Bu prototipin özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Küresel motor prototipinin özellikleri

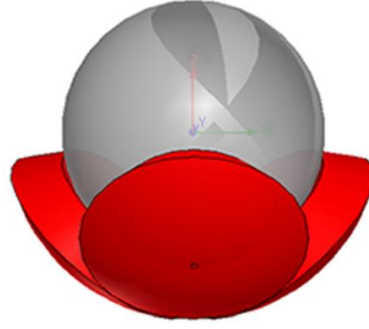
Stator dış yarıçapı	5.7 (mm)
Rotor yarıçapı	4 (mm)
Sabit mıknatısın kutup açısı	$\alpha=180^\circ$, $\beta=90^\circ$
Stator kutup sayısı	3
Rotor kutup sayısı	2
Maksimum tilt açısı	± 44
Maksimum tork	30 (uNm)

Yapılan bu tasarımdaki küresel motor hava nüveli olduğu için tasarlanan küresel motorun stator kısmı Delrin malzemesinden yapılmıştır. Stator kutupları, x eksenine göre 45° ’lik açı ve z eksenine göre 120° ’lik bir açı ile yerleştirilmişlerdir. Stator kutupları ile rotor kutbu arasında 0,1 mm hava aralığı mevcuttur. Şekil 1’de stator sargılarının eksenlere göre konumu gösterilmiştir.

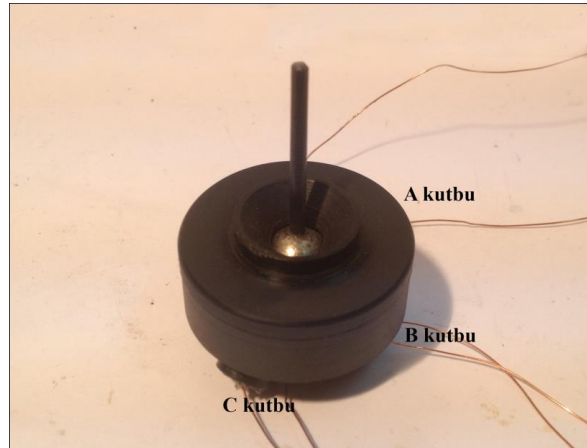
Şekil 2’de Ansoft Maxwell 3D programının Çizim Editöründe tasarlanan motorun basit yapısı görülmektedir. Şekil 3’de küresel motorun prototipi görülmektedir.



Şekil 1. Statorun üstten görünüşü



Şekil 2. Küresel Motorun Basit Yapısı



Şekil 3. Küresel Motor Prototipi

3. KÜRESEL MOTORUN KONTROLÜ

Küresel motorun kontrolü açık dngldr. Şekil 4’de bu devrenin sürücü Şeması verilmiştir.

Şekil 4’de görüldüğü gibi sürücü devresi, PIC mikrodenetleyici kontrol devresi, yalıtım kısmı ve H köprülü anahtarlama kısımlarından oluşmaktadır.

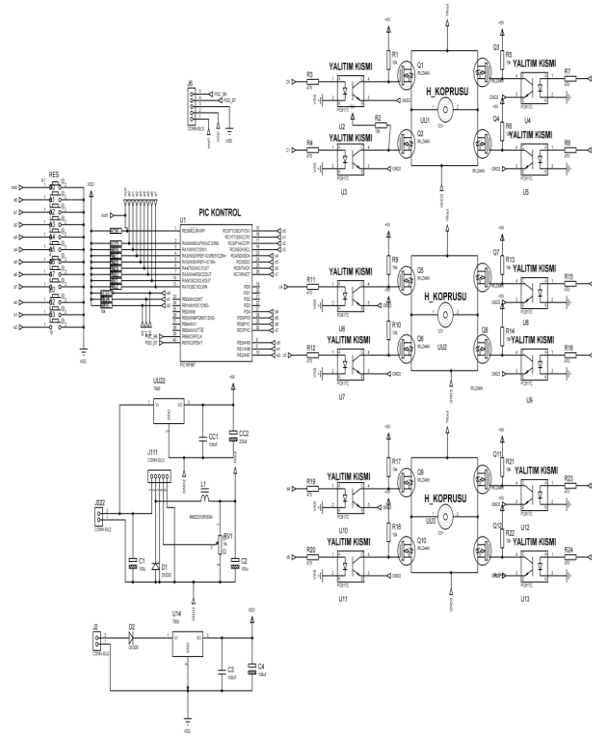
PIC mikrodenetleyicisi olarak 16F887 ŐeilmiŐtir. Şekil 5’de kullanılan PIC’in bağlantı Şekli verilmiştir. Bacak sayısı 40 tanedir. 12 bacağı çıkış portu olarak kullanılmıştır. PIC’te yazılım ile belirlenmiş çıkış sinyalleri sürücü devresinde bulunan yalıtım devresine verilmiştir. Küresel motorda üç tane birbirinden bağımsız sargı bulunmaktadır. Mikrodenetleyici kontrollü sürücü devresinde 11 adet buton kullanılmıştır. İlk altı buton sırası ile sargıları tek tek enerjilendirmektedir. Yedinci ve sekizinci buton ise sırası ile bütün sargıları enerjilendirmektedir. Dokuzuncu, onuncu butonlar aynı anda iki sargıyı enerjilendirmektedir. PIC programı CCS C ile yazılmıŐtır. Şekil 6’da yazılan bu programın algoritması verilmiştir.

Şekil 7’de sürücü devresindeki yalıtım kısmı ve H köprüsünün bağlantı Şekli verilmiştir. Yalıtım kısmı, PIC mikrodenetleyicili kontrol devresinden gelen sinyalleri motorların enerjilendirilmesini sağlayan H köprülü anahtarlama devresine aktarır. Bu kısmın görevi, sürücü devrenin çekebileceği aşırı akımlara karşı PIC mikrodenetleyicisini korumaktır. Yalıtım kısmı olmazsa devrenin aşırı akım çekmesi durumunda mikrodenetleyicide hasar oluşur. Devredeki yalıtım kısımlarında toplam olarak 12 adet PC817 yalıtım entegresi (optocoupler entegre) kullanılmıştır. PIC mikrodenetleyicisinin her bir pinine ayrı ayrı bu entegrelerden takılmıŐtır. Yalıtım kısmında bulunan optokuplör ilettime geçtiğinde PIC kontrol devresinden gelen sinyal H köprülü anahtarlama devresine iletilmiŐ olur.

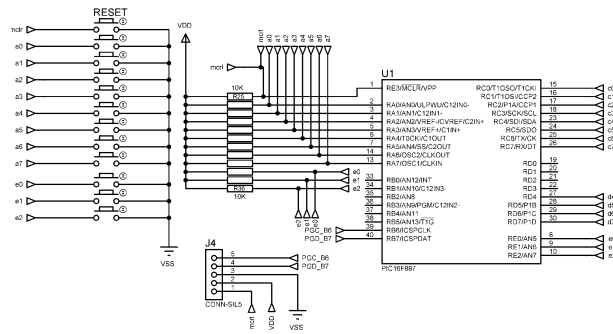
Tasarlanan küresel motorda birbirinden bağımsız  sargı olduğu için, her bir sargı için H tipi köprülü anahtarlama devresi kullanılmıştır. H tipi köprülü anahtarlama devresi kullanılarak sargılar enerjilendirilmektedir. Ayrıca PIC mikrodenetleyicili kontrol devresinden gelen sinyal doğrultusunda sargı akımlarının yönü deĐiŐtirilebilmektedir. Böylelikle sargı kutupları deĐiŐtirilebilmektedir. Bir köprülü anahtarlama devresinde

dört adet IRLZ44N MOSFET kullanılmıştır. MOSFET çok hızlı anahtarlama transistörüdür. Drain (D), Source (S) ve Gate (G) olmak üzere üç tane terminali vardır.

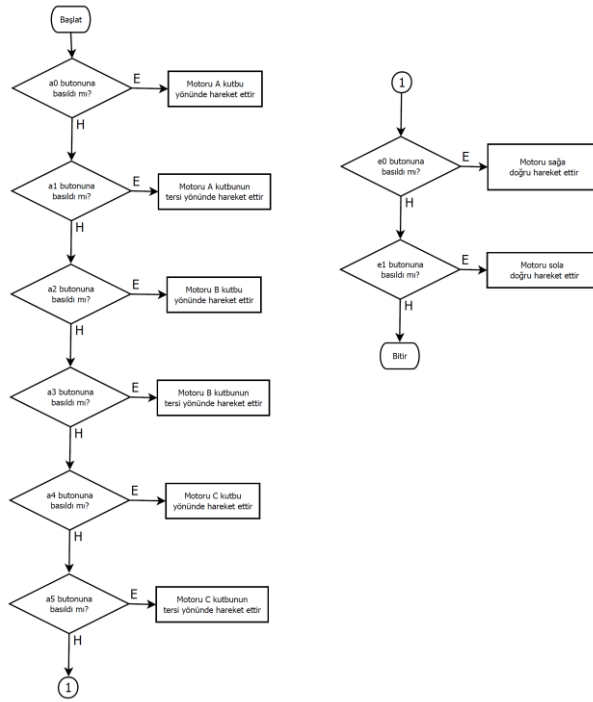
Şekil 8’de uygulamada kullanılan kontrol devresinin fotoğrafı gösterilmiştir.



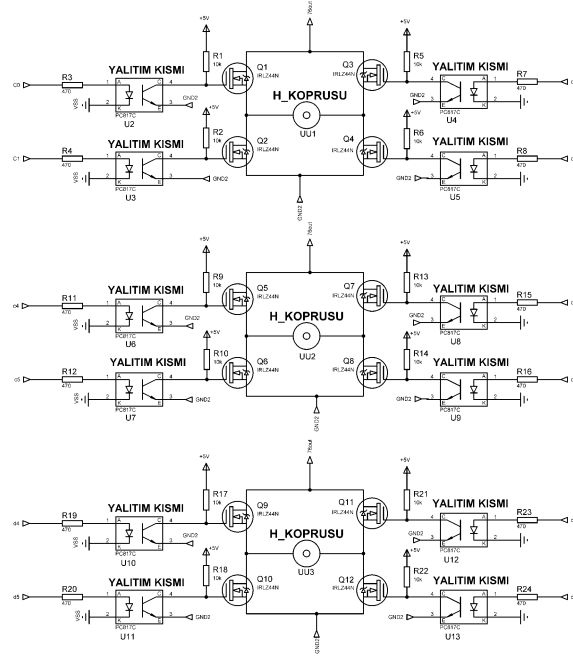
Şekil 4. Küresel Motorun Sürücü Devre Şeması



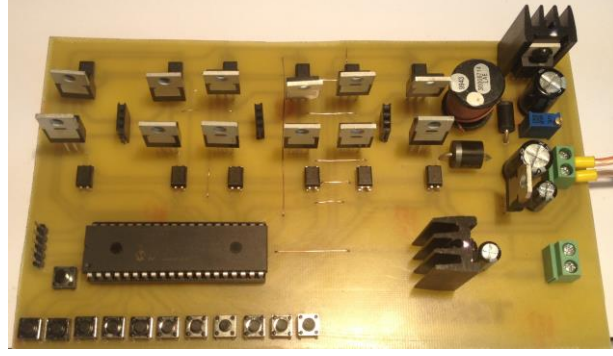
Şekil 5. Mikrodenetleyici 16F887 Modülü



Şekil 6. Küresel Motor Sürücüsünün Yazılım Algoritması



Şekil 7. Devrenin Yalıtımı Ve H Köprüsü Devre Şeması



Şekil 8. Uygulamada Kullanılan Kontrol Devresi

4. SONUÇ

Bu çalışmada sabit mıknatıslı küresel motorun kontrolü PIC 16F887 kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu motor aşağı ve yukarı $\pm 44^\circ$ ile hareket edebilmektedir. Bu motorda kolay programlanabilme ve maliyetinin ucuz olmasından dolayı bu mikrodenetleyici tercih edilmiştir. Küresel motor kontrolünde her sargıya enerji veren bir sürücü devre yapılmıştır. Motorun daha hassas hareketler yapabilmesi için rotor konum bilgisinin geribildirim mekanizmalarının uygulanması gerekir. Bunun için hassas ölçü yapan sensörler kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- Davey K, Vachtsevanos G & Power R (1987). The analysis of fields and torques in spherical induction motors. *IEEE Transactions on Magnetics* **23**(1): 273-282
- Lee K M, Vachtsevanos G & Kwan C K (1988). Development of a spherical wrist stepper motor. *Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation*, 24-29 April, Philadelphia, USA, pp. 26-29
- Lee K M & Pei J (1991). Kinematic analysis of a three degree-of-freedom spherical wrist actuator. *The Fifth International Conference on Advanced Robotics*, 19-22 June, Pisa, Italy, pp. 72-77
- Mashimo T, Toyama S & Ishida H (2009). Design and implementation of spherical ultrasonic motor. *IEEE Transactions on Ferroelectrics and Frequency Control* **56** (11): 2514-2521
- Oner Y, Çetin E, Yılanıcı A & Oztürk H (2009). Design and Open Loop Control of a Spherical Motor. *International Conference on Applied electronics*, 9-10 September, Pilsen, Czech Republic, pp. 191-194
- Park H J, Cho S Y, Ahn H W, Lee H J, Won S H & Lee J (2012). A study of advanced spherical motor for improvement of multi-dof motion. *J Electr Eng. Technol* **7**(6): 926-931

- Toyoma S, Sugitani S, Zhang G, Miyatani Y & Nakamura K (1995). Multi degree of freedom spherical ultrasonic motor. *Proceedings of the 1995 IEEE International Conference on Robotics and Automation*, 21-27 May, Nagoya, Japan, pp. 2935-2940
- Vachtsevanos G, Davey K & Power R (1987). Development of a novel intelligent robotic manipulator. *IEEE Control Systems Magazine* 7(3): 9-15

Poli-B-Alanin Ve Türevlerinin Sentezi, Karakterizasyonu Ve Antibakteriyel Özelliklerinin İncelenmesi

Efkan ÇATIKER^{1*} Elif ÇİL² Tahsin FİLİK¹

¹ Ordu Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, Ordu

² Ordu Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Ordu

Özet

Yakın zamanda naylon-3 (poli-β-alanin) kopolimerleri ve türevlerinin biyoaktivite özellikleri ile ilgili çalışmalar artmıştır. Bu çalışmalarda birçok naylon-3 kopolimeri ve türevlerinin antibakteriyel, antifungal hatta hücre tutma aktivitesi gösterdiği saptanmıştır. Mevcut çalışmada, poli-β-alanin, poli(α-metil-β-alanin) ve poli(β-metil-β-alanin) polimerleri sentezlenerek yapısal karakterizasyonu ortaya konmuş ve antibakteriyel aktivitesi incelenmiştir. Sentezlenen üç polimerin, üç Gram pozitif (*Bacillus subtilis* NRRL B-209, *Micrococcus luteus* NRRL B-1018, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923) üç Gram negatif (*Escherichia coli* ATCC 25922, *Proteus vulgaris* NRRL B-123, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853) toplam altı patojen bakteriye karşı antibakteriyel etkisi araştırılmıştır. 100 mg poli(α-metil-β-alanin)'den yapılan 10 mm çaplı diskin 24,89 mm'lik inhibisyon zon çapı ile *Staphylococcus aureus* bakterisi üzerinde antibakteriyel etki gösterdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Staphylococcus aureus, poli-β-alanin, antibakteriyel aktivite

Synthesis, Characterization And Antibacterial Properties Of The Poly-B-Alanine And Its Derivatives

Abstract

Recently, the studies on bioactivity characteristics of nylon-3 (poly-β-alanine) copolymers and derivatives have increased. In this studies, many nylon-3 copolymers and derivatives have been found to be antibacterial, antifungal effect, and also, cell adhesion activities. In the present study, poly-β-alanine, poly(α-methyl-β-alanine) and poly(β-methyl-β-alanine) were synthesized, characterized structurally and examined for antibacterial activity. Antibacterial activity of synthesized polymers was determined against to total six pathogens, three Gram positive (*Bacillus subtilis* NRRL B-209, *Micrococcus luteus* NRRL B-1018, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923), three Gram negative (*Escherichia coli* ATCC 25922, *Proteus vulgaris* NRRL B-123, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853). 10 mm diameter disc made from 100 mg of poly(α-methyl-β-alanine) exhibited antibacterial activity against to *Staphylococcus aureus* with 24,89 mm diameter inhibition zone.

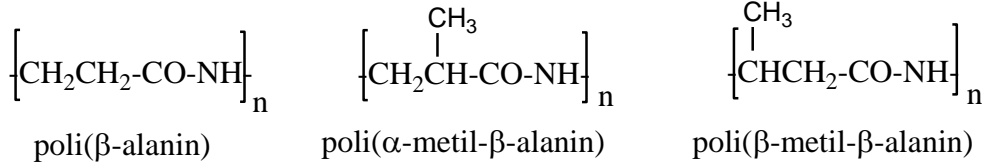
Key Words: Staphylococcus aureus, poly-β-alanin, antibacterial activity

Bu çalışma Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu (TF-1431) tarafından desteklenmiştir.

* ecatiker@gmail.com

1. GİRİŞ

Naylon-3 (poliamit3 veya poli-β-alanin) tekrarlanan birimlerinde peptit bağı (amit bağı) içeren kristalin bir polimerdir (Şekil 1). Poli-β-alanin yüksek amit grubu içeriği nedeniyle kristal derecesi yüksek, alifatik naylonlar içerisinde termal ve mekanik direnci en yüksek (hatta ipek ile yarışabilen) poliamittir. Poli-β-alanin zincirleri yapısındaki amit grubu (CONH) nedeniyle protein moleküllerine benzemektedir.



Şekil 1. Poli-β-alanin, poli(α-metil-β-alanin) ve poli(β-metil-β-alanin)'in kimyasal yapıları

Son zamanlarda, bir poli(aminoasit) olan naylon-3 (poli-β-alanin)'ün kopolimer ve türevlerinin hücre tutma ve hücre ile etkileşimi (Lee et al 2009; Liu et al 2012a; Liu et al. 2012b), antibakteriyel (Zhang et al. 2012; Mowery et al. 2009) ve antifungal (Dohm et al. 2010) özellikleri üzerine çalışmalar ortaya konmuştur. Lee et al. (2009), naylon-3 kopolimerlerinin bazılarının hücre yapışmasını desteklediği, polistiren ve kollajen kaplı cam gibi pozitif doku kültürü substratlarına göre benzer hatta bazen daha üstün morfolojiler sergilediklerini vurgulamışlardır. Başka bir çalışmada Mowery et al. (2009), bazı rastgele naylon-3 kopolimerlerin host-defense peptitlerin favori özelliklerini taklit ettiği ve bu kopolimerlerdeki yapı-aktivite ilişkisini belirlemişlerdi. Bu kopolimerlerin yapı-aktivite ilişkilerinin metabolizmayı koruyucu (host-defense) polipeptitler ve benzer sentetik peptitlerin davranışlarıyla karşılaştırılabilir düzeyde olduğunu göstermişlerdir. Benzer bir çalışmada Dohm et al. (2010), bazı rastgele naylon-3 kopolimerlerinin akciğer yüzey aktif proteinlerini taklit ettiği ve bu amaçla kullanılan spesifik oligomerlere göre daha avantajlı olabileceklerini öne sürmüşlerdir. Liu et al. (2012b), daha uzun zincirli naylon-3'lerin daha iyi fibroblast tutunması sağladığını optimal zincir uzunluğunda daha az hidrofobik naylon-3 altbirimlerin en üstün sonuç verdiğini ve yine bazı naylon-3 kopolimerlerinin *Candida albicans* mayası (Liu et al. 2013) için etkili antifungal aktiviteye sahip olduğunu bazılarının ise antibakteriyel (Chakraborty et al.2013) özellik sergilediğini göstermişlerdir.

Günlük hayatta antibakteriyel malzemelerin kullanımının artması ile bu malzemelerin belirlenmesi ve geliştirilmesi ile ilgili çalışmalar da hızla artmaktadır. Polimerik malzemelerin

ucuz, hafif, geri dönüştürülebilir ve nispeten dayanıklı olmaları nedeniyle günümüzde birçok alanda kullanıldığı bilinmektedir. Günlük yaşantımızda hemen hemen her yerde karşılaştığımız plastikler dışında biyopolimerler de her geçen gün biyoteknoloji, tıp, doku mühendisliği gibi birçok disiplinde biyomalzemeler olarak yer almaktadır. Bu disiplinlerde biyopolimerler ilaç salınım sistemleri, doku iskeleleri, yapay organlar, ameliyat iplikleri gibi çok yaygın kullanıma sahiptirler. Bu amaçla görev yapan polimerlerin çoğu poliester, polianhidrit, poliüretan, poliamit ve bazı doğal polimerler grubuna girmektedir.

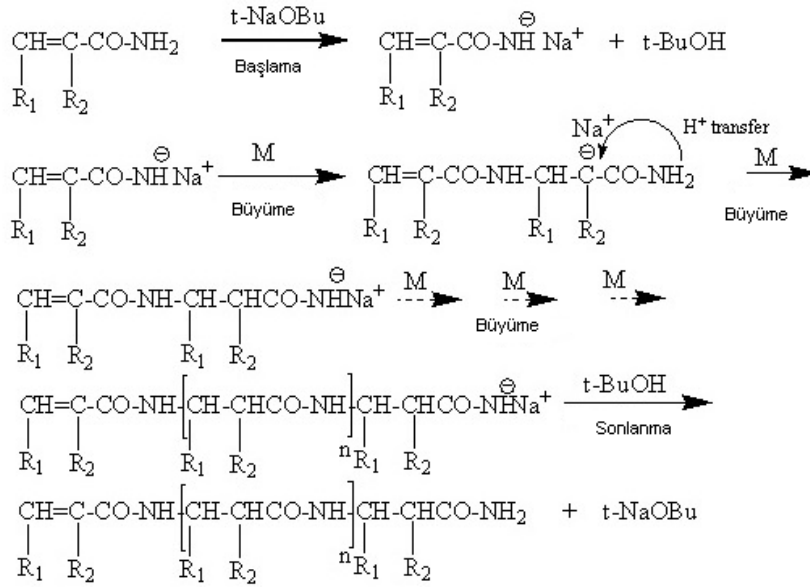
Çalışma kapsamında sentezlenen poli- β -alanin, poli(α -metil- β -alanin) ve poli(β -metil- β -alanin)'in kimyasal yapıları (yoğun peptit bağları içermesi) ve literatür bilgileri göz önüne alındığında antibakteriyel özellik gösterme potansiyeline sahiptirler. Antibakteriyel polimerik malzemeler, tek başlarına veya başka polimerik malzemelerle kompozit veya karışım oluşturduklarında bu özelliklerini korurlar ve işlendiklerinde elde edilen malzemeler hijyenin önemli olduğu alanlarda kullanımı ile avantaj sağlarlar. Literatürde bu polimerlerin antibakteriyel özellikleri üzerine çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmada, poli- β -alanin, poli(α -metil- β -alanin) ve poli(β -metil- β -alanin) sentezlenerek spektroskopik yöntemlerle karakterizasyonu yapılmış ve antibakteriyel özellikleri incelenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Polimerlerin sentezi

Poli- β -alanin, poli(α -metil- β -alanin) ve poli(β -metil- β -alanin) sırasıyla akrilamit, metakrilamit ve krotonamitin monomer olarak kullanıldığı baz katalizli hidrojen transfer polimerizasyonu (Breslow et al. 1957; Masamoto et al. 1970; Ogata 1960; Tani et al. 1963; Camino et al. 1970; Glickson & Applequist 1969; Morgenstein & Berger 1992; Ree & Minoura 1976) yöntemi ile elde edilmiştir. Şekil 2.'de polimerizasyon tepkimesi poli- β -alanin ($R_1:H$ ve $R_2:H$), poli(α -metil- β -alanin) ($R_1:H$ ve $R_2:CH_3$) ve poli(β -metil- β -alanin) ($R_1:CH_3$ ve $R_2:H$) için özetlenmiştir. Şekil.2'de başlatıcı olarak en sık kullanılan tNaOBU rastgele seçilmiştir. Neme ve oksijene duyarlı olan polimerizasyon susuz o-diklorobenzen, piridin ve ksilen gibi aprotik solventler içerisinde inört atmosferde yaklaşık 100°C de 24-48 saat yürütülmüştür. N-fenil-beta-naftilamin serbest radikal polimerizasyon inhibitörü olarak (% 0.01) kullanılmıştır.



Şekil 2. Hidrojen-transfer polimerizasyonunun mekanizması.

2.2. Polimerlerin İzolasyonu ve Karakterizasyonu

Polimerizasyon sonrasında ortama asetik asit eklenerek ortam nötrleştirilmiş, böylece aktif anyonik zincir uçları protonlanarak polimerizasyon sonlandırılmıştır. Uygun gözenek numaralı (2 ve 3) Gooch krozeleri ile vakum pompası yardımıyla süzülerek ayrılan polimerler soğuk su ve metanol ile yıkanarak inhibitör, baz ve çözücü kalıntıları uzaklaştırılmıştır. Islak polimer örnekleri vakum etüvünde 50°C de 48 saat bekletilerek mevcut solvent ve nem kalıntıları tamamen uzaklaştırılmıştır. Polimer örnekleri tartılarak polimerizasyon verimi hesaplanmıştır. Elde edilen bu polimerlerin yüksek mol kütlelerine sahip kısımları suda çözünmediğinden (Masamoto et al. 1970) suda çözünen kısımlarının eldesi için polimer örneklerinin saf su ile süspansiyonları hazırlanmış ve reflux edilerek suda çözünebilir kısımları çözelti fazına alınmıştır. Oda sıcaklığına soğutulan süspansiyon uygun por numaralı (2-3) Gooch krozeleri ve vakum pompası yardımı ile süzülerek suda çözünmeyen ve çözünen kısımlar elde edilmiştir. Polimerlerin yapısal karakterizasyonu FTIR, $^1\text{H-NMR}$, MALDI-TOF kütle spektroskopisi ve elementel analiz ile gerçekleştirilmiştir.

İzole edilerek kurutulan her üç polimer örneğinin ilk karakterizasyonu FTIR spektrumlarının ATR tekniği ile $700\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$ dalga sayısı aralığında kaydedilmesiyle yapılmıştır. Ardından her üç polimerin elementel analizleri yapılarak karbon, azot ve hidrojen içeriği belirlenmiştir. Her polimer türünden hazırlanan 10 mg polimer/0,2 mL formik asit çözeltilerinin içerisine bir damla DMSO-d_6 damlatılarak Bruker AVANCE III 400 MHz $^1\text{H-NMR}$ Spektrometresi ile $^1\text{H-NMR}$ spektrumları kaydedilmiştir. Polimerlerin ortalama mol kütlelerinin belirlenmesi için, polimer çözeltileri (10 mg polimer/mL LiCl sulu çözeltisi) ile 10 katı hacimdeki matriks çözeltisi (2,5-dihidroksi benzoik asit (DHB) (20 mg/mL asetonitrilde) karıştırılmıştır. 1 μL

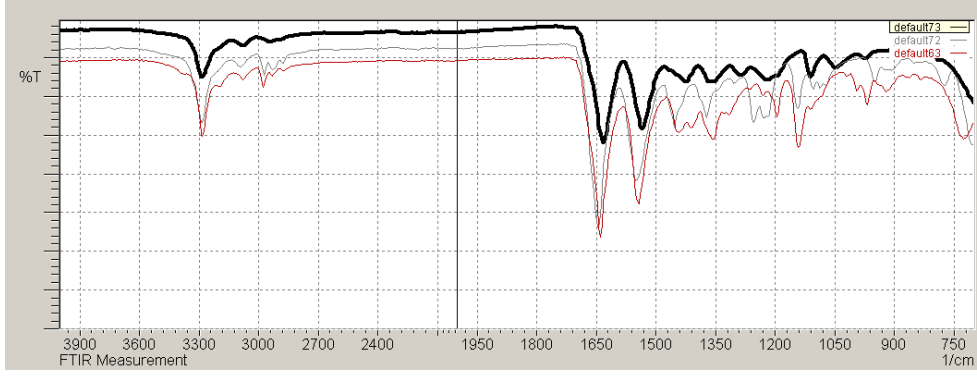
MALDI örneği alınarak örnek haznesine yerleştirilmiş, kurutulmuş ve analiz edilmiştir. Azot UV-lazer ile 337 nm de çalışan Voyager-DE™ PRO MALDI-TOF kütle spektrometresi (Applied Biosystems, USA) ile analiz gerçekleştirilmiştir.

2.3. Polimerlerin Antibakteriyel Özelliğinin Araştırılması

Her bir polimer türünün antibakteriyel aktivitelerinin incelenmesi için polimerlerin suda çözünmeyen kısımlarından FTIR spektroskopisi pelet hazırlama tekniği ile peletler hazırlanmıştır. Bu amaçla Kirby-Bauer disk difüzyon metodu modifiye edilerek uygulanmıştır (Wiegand et al. 2008; Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 2016). Toz formundaki polimerler 10 mm'lik diskler haline getirilmiştir. Tüm test suşları bir gün önce BHI agarda (Merck, Millipore) 37°C'de aktifleştirilmiştir. İnkübasyon periyodu sonunda herbir bakteri aseptik koşullarda BHI broth içeren steril deney tüplerine aktarılıp tüpün içerisindeki bakteri yoğunluğu McFarland densitometrisi kullanılarak 0.5 McFarland ayarlanmıştır. Bu işlem sırasında bakterilerin homojen dağılımından emin olmak amacıyla ara ara kısa süreli vorteksleme yapılmış sonra turbidite miktarı kontrol edilmiştir. Her bir suş süspansiyonundan otomatik pipetle 100 µL alınıp, bir gün önce hazırlanan 20 mL'lik steril katyon ayarlı MHA (Merck Millipore) besiyeri içeren 90 mm'lik steril petrilere aktarılmıştır. Steril eküvyon çubuk ile bakterinin tüm besi yeri yüzeyine aşılması yayma plaka yöntemiyle sağlandıktan sonra polimer diskleri petrilere tam ortasına aseptik şekilde yerleştirilmiştir. Petrilere ters çevrilmeden 35-37°C'de 18-24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Yirmidört saat sonunda inhibisyon zon çapları dijital kumpasla ölçülüp kaydedilmiştir.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Poli-β-alanin, %14 suda çözünen kısım, %86 suda çözünmeyen kısım olacak şekilde %85 verimle elde edilmiştir. Poli(α-metil-β-alanin), %8 suda çözünen kısım % 92 suda çözünmeyen kısımdan oluşarak %43 verimle üretilmiştir. Poli(β-metil-β-alanin), %12 suda çözünen %88 suda çözünmeyen kısımla %55 verimle elde edilmiştir. Sentezlenen polimerlerin suda çözünmeyen kısımları için kaydedilen FTIR spektrumları Şekil 3. de verilmiştir. Spektrumlar incelendiğinde her üç polimer için de karakteristik amit pikleri gözlemlenmiştir. 3290 cm⁻¹ de keskin N-H gerilme, 1640 cm⁻¹ de C=O asimetrik gerilme, 1540 cm⁻¹ civarında N-H eğilme pikleri her üç polimerde gözlenirken 2980 cm⁻¹ de gözlenen C-H gerilme pikleri beklendiği gibi poli-β-alanin de zayıf ve tek tip iken türevlerinde ilave metil grubundan kaynaklı olarak daha şiddetli ve çeşitlidir.



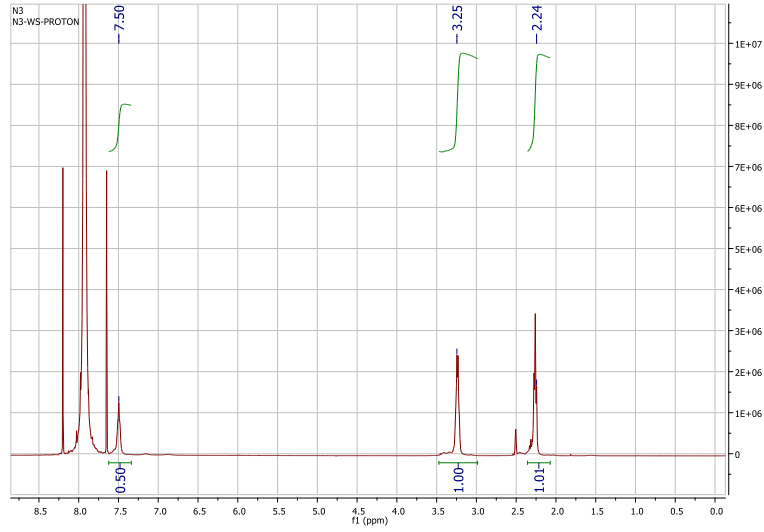
Şekil 3. Sentezlenen polimerlerin FTIR Spektrumları yukarıdan aşağıya sırasıyla poli- β -alanin) (kalın ve siyah), poli(α -metil- β -alanin) (mavi) ve poli(β -metil- β -alanin) (kırmızı)

Polimerlerin elementel analiz sonuçları Çizelge 1.'de gösterilmiştir. Sonuçlara göre her üç polimerin deneysel ve teorik elementel bileşimi uyumlu olup ihmal edilebilecek farkların iyi nem çekici olmalarından kaynaklı kristal sudan kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Çizelge 1. Elementel Analiz Sonuçları

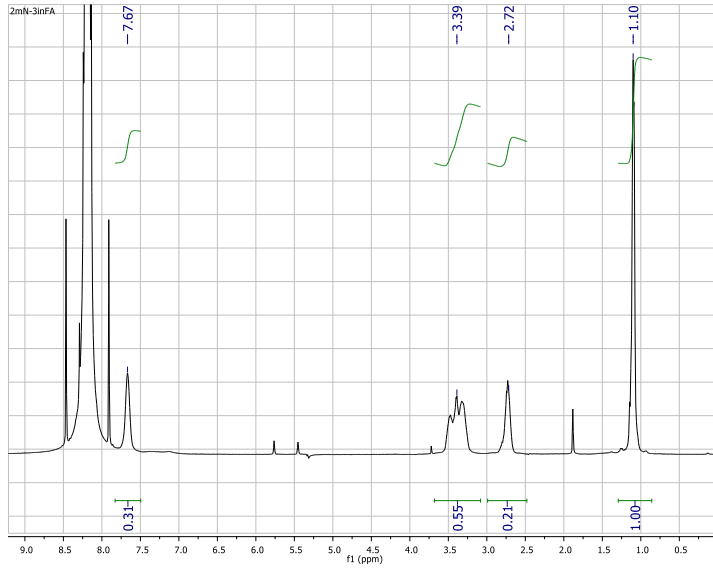
	Poli- β -alanin, %	poli(α -metil- β -alanin), %	poli(β -metil- β -alanin), %
Teorik	C: 50.8 N: 19.7 H: 7.1	C: 56.4 N: 16.5 H: 8.3	C: 56.4 N: 16.5 H: 8.3
Deneysel	C:50.4 N:19.3 H:7.3	C:56.1 N:16.3 H:8.4	C: 56.2 N: 16.4 H:8.5

Şekil 4. de poli(β -alanin)'in $^1\text{H-NMR}$ spektrumu gösterilmiştir. 2.24 ve 3.25 ppm de eşit şiddete sahip pikler sırasıyla karbonil ve amit grubuna komşu metilen hidrojenlerini belirtmektedir. 7.50 ppm de görülen ve şiddeti metilen protonlarının yarısı olan tekli pik NH protonudur. Spektrum formik asitte alındığından 8.0 ppm civarında çözücü pikleri gözlenmiştir.



Şekil 4. Poli- β -alanin'in $^1\text{H-NMR}$ Spektrumu

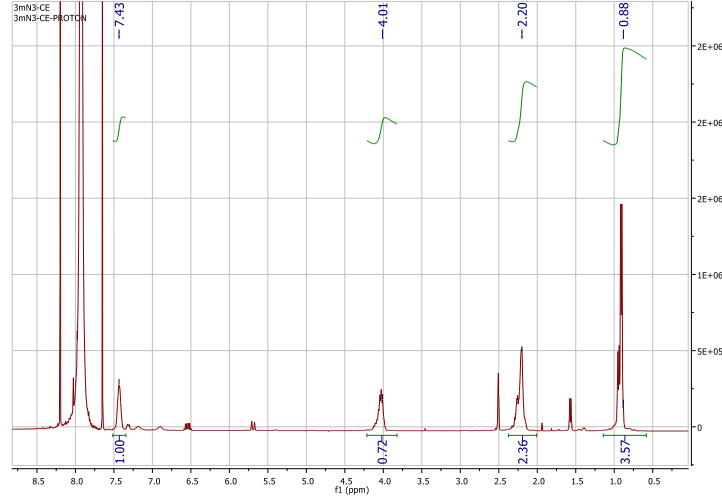
Şekil 5.'de poli(α -metil- β -alanin)'in $^1\text{H-NMR}$ spektrumu gösterilmiştir. 1.10, 2.72 ve 3.39 ppm de sırasıyla 3:1:2 şiddetindeki pikler sırasıyla CH_3 , CH ve CH_2 hidrojenlerini göstermektedir. 7.67 ppm de görülen tekli pik NH protonudur. Spektrum formik asitte alındığından 8.0 ppm civarında çözücü pikleri gözlenmiştir.



Şekil 5. Poli(α -metil- β -alanin)'in $^1\text{H-NMR}$ Spektrumu

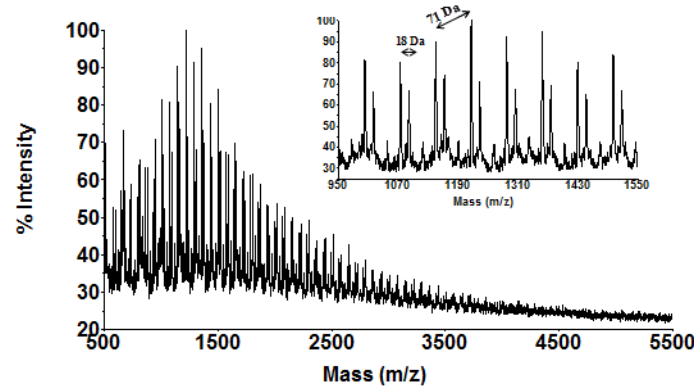
Şekil 6.' de poli(β -metil- β -alanin)'in $^1\text{H-NMR}$ spektrumu verilmiştir. 0.88, 2.20 ve 4.01 ppm de sırasıyla 3:2:1 şiddetindeki pikler sırasıyla CH_3 , CH_2 ve CH hidrojenlerini belirtmektedir. 7.43

ppm de görülen tekli pik NH protonudur. Spektrum formik asitte alındığından 8.0 ppm civarında çözücü pikleri gözlenmiştir.

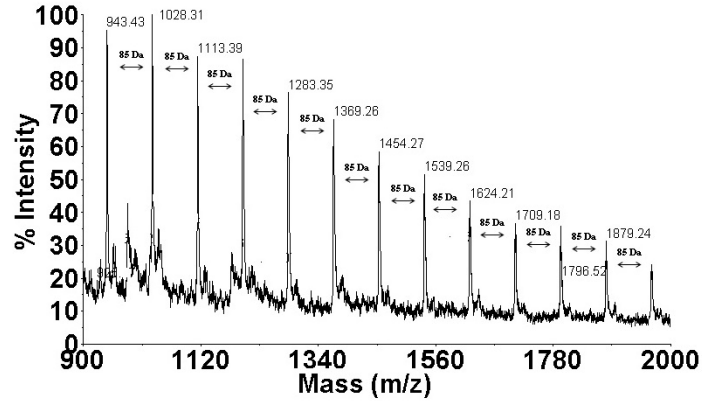


Şekil 6. Poli(β -metil- β -alanin)'in $^1\text{H-NMR}$ Spektrumu

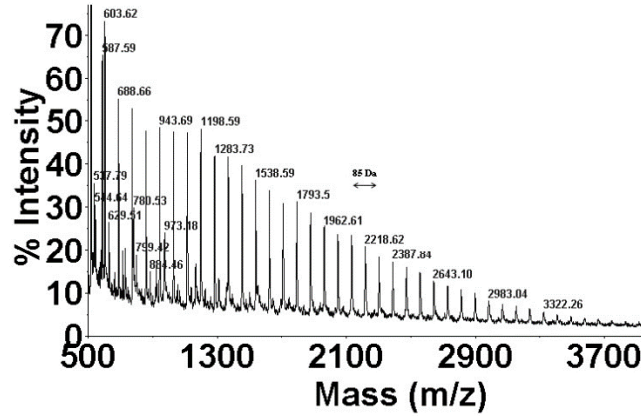
Poli(β -alanin)'in MALDI spektrumu dithranol matrisi kullanılarak elde edilmiş ve Şekil 7.'de verilmiştir. Spektrumun 950-1550 Da arasında genişletilmiş hali de verilmiştir. Pikler arasındaki 71 Da tekrarlanan birimin kütlelerine karşılık gelmektedir. Mol kütleleri (M_n , M_w , M_z) ve heterojenlik indeksi (HI) sırasıyla 2002, 2619, 3087, ve 1.31 olarak hesaplanmıştır. Ana piklere ek olarak 18 Da daha büyük pikler katyonize zincirlerdeki su pikleridir. Poli(α -metil- β -alanin) ve poli(β -metil- β -alanin)'e ait MALDI spektrumları sırasıyla Şekil 8. ve Şekil 9.'da verilmiştir. Bu iki polimerde DHB matrisi kullanılmıştır. Poli(α -metil- β -alanin) ve poli(β -metil- β -alanin)'in mol kütleleri ve heterojenlik indeksleri (\bar{M}_n) sırasıyla ($M_n=1875$, $M_w=2460$, $M_z=2929$ ve $\bar{M}_n=1.31$) ve ($M_n=1538$, $M_w=2128$, $M_z=2674$ ve $\bar{M}_n=1.38$) olarak bulunmuştur. Her iki polimer için pikler arasındaki 85 Da tekrarlayan birim kütlelerine denktir.



Şekil 7. Poli(β -alanin)'in MALDI-MS Spektrumu



Şekil 8. Poli(α -metil- β -alanin)'in MALDI-MS Spektrumu



Şekil 9. Poli(β -metil- β -alanin)'in MALDI-MS Spektrumu

Sentezlenen poli- β -alanin, poli(α -metil- β -alanin) ve poli(β -metil- β -alanin) polimerlerinin antimikrobiyal aktivitesine bakıldığında, sadece poli(α -metil- β -alanin) polimerinden elde edilen diskin test bakterilerinden *S. aureus* bakterisi üzerinde 24.89 mm zon çapı ile antimikrobiyal etkisi olduğu görülmüştür (Şekil 10). Diğer test mikroorganizmaları üzerinde herhangi bir etki gözlenmemiştir (Şekil 11).



Şekil 10. 10 mm 100 mg Poli(α -metil- β -alanin) diskinin *S. aureus* bakterisi üzerindeki antibakteriyel etkisi ve oluşan inhibisyon zon çapı



Şekil 11. 10 mm 100 mg Poli(α -metil- β -alanin) diskinin *E. coli* bakterisi ile etkileşimi sonucu antibakteriyel etki gözlenmemiştir

Kimyasal yapılar ve mol kütlelerindeki benzerliğe rağmen sadece poli(α -metil- β -alanin) polimerinin antibakteriyel etki göstermesi ilgi çekicidir. Ayrıca, antibakteriyel etki gösteren polimerlerin genellikle katyonik karakter taşıması göz önüne alındığında nötral karakterdeki bir polimerin bu etkisi gelecekteki çalışmalar için ilgi çekicidir.

KAYNAKLAR

- Breslow D S, Hulse G E & Matlack A S (1957). Synthesis of Poly- β -alanine from Acrylamide. A Novel Synthesis of β -Alanine *Journal of the American Chemical Society* 79:3760-3763.
- Camino G, Guaita M & Trossarelli L (1970). Chain growth in the base catalyzed hydrogen transfer polymerization of acrylamide to poly- β -alanine *Makromolekular Chemistry* 136(1): 155-159.
- Chakraborty S, Liu R, Lemke J J, Hayouka Z, Welch R A, Weisblum B, Masters K S & Gellman S H (2013). Effects of Cyclic vs. Acyclic Hydrophobic Subunits on the Chemical Structure and Biological Properties of Nylon-3 Co-Polymers *American Chemical Society Macro Letters* 2(8): 753-756.
- Clinical and Laboratory Standarts Institute (CLSI) (2016). <http://www.clsi.org> (Erişim tarihi: 07.06.2016)
- Dohm M T, Mowery B P, Czyzewski A M, Stahl S S, Gellman S H & Barron A E (2010). Biophysical mimicry of lung surfactant protein B by random nylon-3 copolymers. *Journal of the American Chemical Society* 132(23):7957-7967.
- Glickson J D & Applequist J (1969). Chain branching in poly- β -alanine *Macromolecules* 2(6): 628-634).
- Lee M R, Stahl S S, Gellman S H & Masters K S (2009). Nylon-3 copolymers that generate cell-adhesive surfaces identified by library screening *Journal of the American Chemical Society* 131 (46):16779 -16789.
- Liu R, Masters K S & Gellman S H (2012). Polymer chain length effects on fibroblast attachment on nylon-3-modified surfaces. *Biomacromolecules* 13 (4): 1100-1105.
- Liu R, Vang K Z, Kreeger P K, Gellman S H & Masters K S (2012). Experimental and computational analysis of cellular interactions with nylon-3-bearing substrates *Journal of Biomedical Materials Research* 100 (10):2750-2759.

- Liu R, Chen X, Hayouka Z, Chakraborty S, Falk S P, Weisblum B, Masters K S & Gellman S H (2013). Nylon-3 Polymers with Selective Antifungal Activity *Journal of the American Chemical Society* 135(14):5270-5273.
- Masamoto J, Sasguri K, Ohizumi C & Kobayashi H (1970). Polymeric forms of nylon3 *Journal of Polymer Science* 8(10):1703-1711.
- Morgenstein U & Berger W (1992). Studies on polyamide 3 — synthesis, characterization and properties *Makromolekular Chemistry* 193(10): 2561-2569.
- Ree K & Minoura Y (1976). Polymerization of β -aminopropionitrile *Makromolekular Chemistry* 177(10):2897-2909.
- Mowery B P, Lindner A H, Weisblum B, Stahl S S & Gellman S H (2009). Structure-Activity Relationships Among Random Nylon-3 Copolymers That Mimic Antibacterial Host-Defense Peptides *Journal of the American Chemical Society* 131(28):9735-9745.
- Ogata N (1960). The transition polymerization of acrylamide in the presence of Grignard reagents *Journal of Polymer Science* 46(147):271-272.
- Tani H, Oguni N & Araki T (1969). Initiation reaction in the strong base catalyzed polymerization of acrylamide *Makromolekular Chemistry* 76(1): 82-88.
- Wiegand I, Hilpert K & Hancock R E W (2008). Agar and broth dilution methods to determine the minimal inhibitory concentration (MIC) of antimicrobial substances *Nature protocols* 3(2):163-175.
- Zhang J, Markiewicz M J, Mowery B P, Weisblum B, Stahl S S & Gellman S H (2012). C-terminal functionalization of nylon-3 polymers: effects of C-terminal groups on antibacterial and hemolytic activities. *Biomacromolecules* 13(2):323-331.

Farklı Gamlar İçeren Mısır Unlu ve Fırınlanmış Mısır Unlu Tarhanaların Viskozitelerinin Kıyaslanması

Münir ANIL¹, Yusuf DURMUŞ^{2*}, Zekai TARAKÇI²

¹Gıda Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, 19 Mayıs Üniversitesi, Samsun, Türkiye

²Gıda Mühendisliği Bölümü, Ziraat Fakültesi, Ordu Üniversitesi, Ordu, Türkiye

Özet

Bu çalışmada çölyak hastalarının tüketimine uygun olmak üzere buğday unu yerine gluten içermeyen mısır unlu tarhana üretilmiş ve hidrokolloid kullanımı ile bazı fizikokimyasal özelliklerin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Araştırmada mısır unu (FZ) ve fırınlanmış mısır unu (FI) kullanılmış ve guar gam (GG), ksantan gam (KA) ve keçiboynuzu gamı (KB) olmak üzere 3 çeşit hidrokolloid %0.0, %0.5 ve %1.0 oranlarında ilave edilmiştir. Viskozite ölçümleri vibro viskozimetre ile 30°C, 45°C ve 60°C sıcaklıklarında yapılmıştır. FI tarhana örneklerindeki viskozite değerleri 30°C, 45°C ve 60°C sıcaklıklarında sırasıyla 5.53, 4.12 ve 2.74 cP olarak belirlenirken FZ örneklerinde sırasıyla 159.73, 123.45 ve 80.86 cP olduğu görülmüştür. FZ içeren tarhana örneklerinde artan gam oranlarına bağlı olarak viskozite artışı gözlenmiş ve GG'nin viskozite artışında çok etkili olduğu görülmüştür. GG, KA ve KB içeren örneklerdeki viskozite değerleri ortalama olarak sırasıyla 67.54, 62.82 ve 57.85 cP ölçülmüştür. Bu çalışma farklı sıcaklıklarda ölçümleri yapılan mısır unlu ve fırınlanmış mısır unlu tarhana örneklerinde gam ilavesi ile birlikte meydana gelen viskozite değişimlerinin belirlenmesi bakımından önem içermektedir.

Anahtar Kelimeler: Tarhana, Mısır unu, Hidrokolloid, Viskozite

Viscosity Comparison of Corn Flour and Kiln-Dried Corn Flour Tarhana Substituted with Different Gums

Abstract

In this study gluten-free tarhana suitable for celiac disease patients was produced with corn flour instead of wheat flour and improved some physicochemical defects of tarhana by supplementing hydrocolloids. Corn flour (FZ), kiln-dried corn flour (FI) and three hydrocolloids as guar gum (GG), xanthan gum (KA) and locust bean gum (KB) were used in the ratios of 0.0%, 0.5% and 1.0%. Viscosity measurements were carried out at the temperatures 30°C, 45°C and 60°C. The viscosity values of FI tarhana samples at 30°C, 45°C and 60°C were as 5.53, 4.12 and 2.74 cP, respectively while 159.73, 123.45 ve 80.86 cP for FZ samples. A viscosity increment was observed on FZ samples depending on the increasing levels of gums and GG was the favorable effect on the increment. The average viscosity values for GG, KA ve KB were determined as 67.54, 62.82 ve 57.85 cP, respectively. This research is considerable in account of alteration on viscosity in gum substituted tarhana produced with corn flour and kiln-dried corn flour.

Keywords: Tarhana, Corn flour, Hydrocolloid, Viscosity

*yusuf_bm@hotmail.com

1. GİRİŞ

Tarhana, buğday unu, kırmısı, irmik veya bunların karışımına yoğurt, biber, tuz, soğan, domates ile tat ve koku verici maddelerin eklenmesi, yoğurulması ve laktik asit fermantasyonuna uğratılması ile elde edilen önemli bir gıda ürünüdür. Fermantasyondan sonra kurutulan tarhananın raf ömrü oldukça uzundur. Yörelere göre içeriği değişen tarhananın üretim yöntemlerinde de önemli farklılıklar bulunmaktadır (Türker 1991). Tarhana üretiminde buğday unu, yoğurt, maya, sebze ve baharatların karıştırılıp yoğurulması sonrası fermantasyon işlemi yapılmakta, ardından kurutma ve öğütme işlemlerine geçilmektedir (Şengün et al 2009). Tarhana hamurunda çoğunlukla *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* yoğurt bakterileri ve ekmek mayası (*Saccharomyces cerevisiae*) bulunmakta ve fermantasyondan sorumlu olmaktadır (Bozkurt & Gürbüz 2008). Tarhana; süt ve tahıl ürünleri, mineraller, organik asitler, sebzeler, serbest amino asitler ve B vitamini içerdiğinden oldukça sağlıklı bir gıda ürünü olduğu söylenebilir (Dağlıoğlu 2000). Fermantasyon süresince karbonhidrat, protein ve yağların kısmi parçalanmaları söz konusu olduğu için tarhananın sindirilebilirliği yüksek olmaktadır (Türker & Elgün 1995). Fermantasyonla tarhanaya özgü ekşi ve asidik aroma oluşumu gelişmektedir (Özdemir et al 2007). Ayrıca fermantasyon ile pH'nın 3.8-4.2 gibi düşük değerlere düşmesi ve kurutma ile nem içeriğinin %6-9 olması mikrobiyal açıdan güvenli olmasına neden olmaktadır. Nem çekmeyen özelliği ile tarhana 2-3 yıl kadar bozulmadan korunabilmektedir (Wang & Hesseltine 1981). Tarhana çorbası üretiminde katı materyal oranı, tarhana tozunun partikül büyüklüğü, pişirme sıcaklığı ve süresi gibi etmenler kıvamın belirlenmesinde önem arz etmektedir (İbanoğlu et al 1995). Mısır unlu tarhananın duyuşal özellikler açısından kabul edilebilir olduğu ancak kıvamın yetersiz olduğu bildirilmiştir (Tarakçı et al 2004). Hidrokolloidlerin kıvam verme, suda çözünürlük artışı sağlama ve bazı çeşitler için de jel oluşturma gibi özellikleri bulunmaktadır. Birçok hidrokolloid çeşidinin benzersiz tekstürel, yapısal ve fonksiyonel karakteristiklere sahip olmasının yanı sıra emülsiyon, süspansiyon ve köpük stabilizasyonu sağlanması ile gıdalarda kalınlaştırıcı etki oluşturma amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Bütün etkili stabilizatörler ve kalınlaştırıcılar hidrofilik olmakla birlikte çözeltilerde kolloidal olarak bulunmaktadırlar. Emülsiyon ve köpük stabilizasyonu, tekstürün geliştirilmesi, kristalizasyonun önlenmesi (şeker ve buz) ve aromatik bileşiklerin enkapsülasyonu

hidrokolloidlerin bazı fonksiyonları arasında gösterilebilir (Klose & Glicksman 1972). İstenilen etkinin gözlenebilmesi için hidrokolloidlerin %2 ve daha az konsantrasyonlarda kullanımı yeterli olmaktadır. Birçok uygulamada hidrokolloidlerin verimliliği temel olarak viskoziteyi artırma derecesiyle ilişkili olmaktadır (Fennema 1985). İşlenmiş birçok gıda ürününün yapısı ve stabilizasyonu protein-polisakkarit interaksiyonuna bağlıdır. Gıda proteinlerinin çözünübilirlik, jel oluşturma kabiliyeti, emülsifikasyon ve köpük oluşturma özellikleri ile yüzey aktiflik derecesi polisakkaritlerle olan etkileşimlerine bağlıdır (Tolstoguzov 1998).

Gluten suda düşük çözünübilirlik özelliği bulunmakla birlikte gliadinler ve gluteninlerden oluşmuştur. Viskoelastik yapısı olan hamurun fermantasyon boyunca gaz tutma yeteneği yapısında bulunan gluten proteinlerinden kaynaklanmaktadır (Fennema 1985). Doğal olarak gluten ihtiva eden gıdalar önemli bir kaynak oluştururken düşük proteinli gıdalarda gıda katkı maddesi olarak da kullanılabilir (Hill et al 1995). Diğer yandan çölyak hastalarına olan etkilerinden dolayı gluten içermeyen gıdalar son zamanlarda yaygın olarak tercih edilmektedir. Bu hastalıkta; ince bağırsak gluten nedeniyle zarar görerek villuslar düzleşmekte, iltihap oluşmakta buna bağlı olarak da besinlerin emilememesi söz konusu olmaktadır. Bu hastalar glutende bulunan spesifik bir amino asit dizilişini tolere edememeleri nedeniyle bu proteini içeren buğday, tritikale, çavdar ve arpa ürünlerini tüketememektedirler (Bilgiçli 2009). Glutenin bu hastalarca tüketilmesi ince bağırsakta olumsuz etkilere neden olmakta ancak glutenin diyetten çıkarılması ile villuslar önceki durumlarına dönebilmektedir. Bu nedenle çölyak hastalarında gluten tüketimi ile sonuçlanabilecek şişkinlik, ishal, büyüme geriliği, karın ağrıları ve emilim bozuklukları gibi rahatsızlıkların önlenmesi için diyetlere sıkı sıkaya bağlı kalınmalıdır (Lee & Newman 2003). Son araştırmalarda gluten içermeyen unlar, gamlar, nişastalar ve süt ürünlerinin erişte, kek, makarna, ekmek ve kurabiye gibi ürünlerde yapı gelişimi, kabul edilebilirlik, ağız hissi ve raf ömrü artışında kullanılabileceği belirtilmiştir (Bilgiçli 2009).

Bu çalışmada buğday unu yerine mısır unu ve fırınlanmış mısır unu kullanarak üretilen glutensiz tarhanalarda gam kullanımının viskozite üzerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Tarhana örneklerinin hazırlanmasında domates salçası (Tat, %30 kurumadde), kırmızı toz biber, nane, tuz, yaş maya (Pakmaya, %30 kurumadde, *Saccharomyces cerevisiae*) ve Ordu halk pazarından temin edilen mısır unu ve fırınlanmış mısır unu, köy yoğurdu ve kuru soğan kullanılmıştır. Nane mutfak robotu ile öğütülerek toz haline getirilmiştir. Üretimde kullanılan guar (pH 6.32) ve ksantan (pH 7.16) gamları Biokim Özsezen Kimya Sanayi ve Tic. Ltd. Şti.'den (İstanbul); keçiboynuzu (pH 5.96) gamı ise Incom A.Ş.'den (Mersin) temin edilmiştir. Üretici firmaların verdiği bilgiye göre guar gamı %0.65 kül, %4.37 protein, pH 6.32'ya sahiptir. Ksantan gamı ise %9.1 kül, %0.57 azot ve pH 7.16'ya sahipken, keçiboynuzu gamının pH'sı 5.96'dır. Mısır unu ve fırınlanmış mısır ununa ait özellikler Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Tarhana üretiminde kullanılan mısır unlarına ait analiz sonuçları

	KM (%)	Kül (%)*	Protein (%)*	Yağ (%)*
FZ	88.83	0.93	8.54	4.07
FI	89.16	1.19	8.57	3.90

FZ: Mısır unu, FI: Fırınlanmış mısır unu, KM: Kurumadde

*Sonuçlar kurumadde üzerinden verilmiştir

2.1.1. Tarhana Örneklerinin Hazırlanması

Tarhana örneklerinin hazırlanmasında kullanılan malzemeler ve miktarları Çizelge 2'de verilmiştir. Soğanlar yıkanıp temizlendikten sonra parçalanmış ve domates salçası, kırmızı toz biber, tuz ve nane ile karıştırılarak harç hazırlanmıştır. Hazırlanan harç 5 dk pişirildikten sonra 50 g içme suyu su ilavesi yapılmış ve 5 dk daha pişirilmiştir. Harç oda sıcaklığına soğutulduktan sonra un yoğurt ve yaş maya eklenmiş ve homojen karışım sağlanana kadar el ile yoğurulmuştur. Elde edilen hamurlar 30°C'da 48 saat fermantasyona bırakılmıştır. Fermantasyon sonunda hamurlar el ile 1-2 cm'lik küçük parçalar haline getirildikten sonra kurutma tepsilerine dizilmiş ve 50°C'da son nem içeriği %12 olana kadar fanlı etüvde (Nükleon, NST-120, Ankara) kurutulmuştur. Bu aşamadan sonra kuruyan tarhanalar öğütülmüş ve 0.5 mm gözenek çapına sahip elek ile elenmiş ve toz tarhanalar elde edilmiştir. Her tarhana örneği için 3 tekerrür üretilmiştir.

Çizelge 2. Tarhana üretiminde kullanılan malzemeler ve kullanım oranları

Bileşenler	Oran (%)	Miktar (g)
Un	50	500
Yoğurt	25	250
Soğan	12	120
Domates salçası	6	60
Tuz	4	40
Yaş maya	1	10
Kırmızı toz biber	1	10
Toz nane	1	10
Hidrokolloid	0.0-0.5-1.0 (Una göre)	0.0-2.5-5.0

2.2. Yöntem

2.2.1. Viskozite ve İstatistiki Analiz

250 ml'lik bir behere 6 g tarhana örneği ve 90 ml distile su eklenmiştir. Oluşan çözelti 15 dk karıştırılarak pişirilmiştir ve nişasta jelatinize edilmiştir. Örnekler sıcak halde titreşimli viskozimetrenin (AND, SV-10, Tokyo, Japonya) örnek kabına aktararak sırasıyla 60°C, 45°C ve 30°C sıcaklık değerlerinde viskoziteler tespit edilmiştir.

İstatistiksel analizler Minitab istatistik programı kullanılarak yapılmıştır (Minitab 2013). Analiz sonuçları varyans analizi (Anova) ve Tukey çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Birçok gıdadaki viskozite oluşumundan genellikle nişasta sorumludur. Ham nişasta soğukta suyu absorbe edememekte ve bu durumda viskozite sifıra yakın olmaktadır. Ancak nişasta granüllerinin yüksek sıcaklıklarda jelatinizasyona uğrayarak su absorbe etme yeteneği kazanmasıyla viskozitenin geliştiği belirtilmektedir (Erkan 2004; Yıldırım & Ercan 2004). Viskozite değerlerine ait sonuçlar Çizelge 3 ve Çizelge 4'de gösterilmiştir. FI içeren örneklerdeki ortalama viskozite değeri 4.13 cP olurken FZ örneklerinde 121.35 cP bulunmuştur. GG, KA ve KB içeren örneklerdeki viskozite değerleri ortalama olarak sırasıyla 67.54, 62.82 ve 57.85 cP ölçülmüştür ve GG ile KB arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Her iki un çeşidinde de gam kullanımı ile birlikte viskozite artışı gözlenmiştir. Gam oranlarındaki artışın

viskoziteyi olumlu etkilediği görülmüştür. %0.0, %0.5 ve %1.0 gam oranlarına göre ortalama viskozite değerleri sırasıyla 55.48, 62.56 ve 70.18 olarak hesaplanmış ve %0.0 ile %1.0 örnekleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p < 0.05$). FI içeren unlarda gamlar arası farklar istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte ($p > 0.05$) KA ile üretilen tarhanaların viskozitesi diğer gamlara göre bir miktar yüksektir.

Çizelge 3. Farklı un ve hidrokolloid çeşitlerinde viskozite (cP) değerlerine ait çoklu karşılaştırma test sonuçları

Örnek	FI	FZ
Kontrol	2.59±0.23 ^a	108.36±10.41 ^b
GG %0.5	4.18±0.46 ^a	142.88±18.86 ^a
GG %1.0	5.50±0.87 ^a	141.74±14.26 ^a
KA %0.5	6.13±0.61 ^a	120.17±14.86 ^{ab}
KA %1.0	7.01±0.81 ^a	132.66±14.24 ^{ab}
KB %0.5	3.05±0.45 ^a	98.93±23.66 ^b
KB %1.0	3.53±0.59 ^a	130.64±15.79 ^{ab}
Ortalama	4.13±0.25^A	121.35±4.69^B

FZ = Mısır unu, FI = Fırınlanmış mısır unu, GG = Guar, KA = Ksantan, KB = Keçiboynuzu
Aynı harfler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0.05$).

Çizelge 4. Farklı un, hidrokolloid ve sıcaklıklarda viskozite değerlerine ait çoklu karşılaştırma test sonuçları

Un Çeşidi	Örnek	30°C	45°C	60°C
FI	Kontrol	3.29±0.02 ^a	2.68±0.03 ^a	1.81±0.14 ^a
	GG	6.40±0.81 ^a	4.84±0.77 ^a	3.28±0.61 ^a
	KA	8.57±0.66 ^a	6.54±0.57 ^a	4.60±0.49 ^a
	KB	4.98±0.42 ^a	3.15±0.30 ^a	1.75±0.19 ^a
FZ	Kontrol	142.98±2.98 ^{cd}	109.48±2.07 ^{def}	72.63±1.61 ^g
	GG	187.60±15.80 ^b	146.00±12.20 ^{cd}	93.33±6.98 ^{efg}
	KA	168.30±13.50 ^{bc}	127.50±10.00 ^{de}	83.41±5.88 ^{fg}
	KB	148.30±26.70 ^{bcd}	117.80±22.40 ^{def}	78.20±15.20 ^{fg}

FZ = Mısır unu, FI = Fırınlanmış mısır unu, GG = Guar, KA = Ksantan, KB = Keçiboynuzu.
Aynı harfler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0.05$).

FZ örneklerinde gam kullanımının viskoziteyi artırdığı görülmekle birlikte GG gamının viskozite artışında çok etkili olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Bütün örneklerde sıcaklıkla viskozitenin ters orantılı olduğu gözlenmiştir ve viskozite değerleri 30°C,

45°C ve 60°C'de sırasıyla 82.60, 63.79 ve 41.80 cP olarak ölçülmüştür. Sıcaklığın 60°C'den 30°C'ye düşmesiyle viskozite yaklaşık 2 katına çıkmıştır. En düşük viskoziteye 60°C'de %0.5 KB içeren FI örneklerinde rastlanırken (1.75 cP) en yüksek viskozite 30°C'de %0.5 GG içeren FZ örneklerinde rastlanmıştır (187.60 cP).

4. SONUÇ

Fırınlanmış mısır unu ısıtma işlem gördüğü için protein ve nişastanın parçalanması söz konusu olmakta ve bu bileşenlerin su tutma özellikleri büyük ölçüde kaybolmaktadır. Sıcaklık düşüşü ile birlikte viskozitelerde artış gözlenmiş ve gam ilavesi de viskozite değerlerinin artmasına neden olmuştur. Guar gam ile en iyi yüksek kıvamı ulaştırırken, KB'nin %0.5 oranında kullanılması viskozite açısından yetersiz görülmüştür. Bu çalışma mısır unlu ve fırınlanmış mısır unlu tarhana örneklerinde gam ilavesi ile birlikte meydana gelen viskozite değişimlerinin farklı sıcaklıklarda tayini bakımından önem içermektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Ordu Üniversitesi'nce 2014 yılında TF-1414 No'lu BAP projesi olarak desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Bilgiçli N (2009). Enrichment of gluten-free tarhana with buckwheat flour. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 60(4): 1–8
- Bozkurt O & Gürbüz O (2008). Comparison of lactic acid contents between dried and frozen tarhana. *Food Chemistry* 108(1): 198–204
- Dağlıoğlu O (2000). Tarhana as a traditional Turkish fermented cereal food. Its recipe, production and composition. *Food/Nahrung* 44(2): 85–88
- Erkan H (2004). Farklı tahıl unları kullanılarak üretilen tarhana örneklerinin kimyasal, fonksiyonel ve duyu özelliklerinin araştırılması. *Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara*
- Fennema O (1985). *Food Chemistry*. New York: Marcel Dekker. 2. Ed. pp. 801
- Hill I Horvath K & Fasano A (1995). Epidemiology of celiac disease. *American Journal of Gastroenterology* 90(1): 163–164
- İbanoğlu Ş Ainsworth P Wilson G & Hayes G D (1995). The effect of fermentation conditions on the nutrients and acceptability of tarhana. *Food Chemistry* 53(2): 143–147
- Klose R E & Glicksman M (1972). *Gums, in Handbook of Food Additives* (T. E. Furia, ed.). CRC Press, Cleveland, OH 295-359

- Lee A & Newman J M (2003). Celiac diet: its impact on quality of life. *Journal of the American Dietetic Association* 103(11): 1533–1535
- Minitab, 2013. Inc: MINITAB (Statistical software). Release 17.1.0.
- Özdemir S Göçmen D & Yıldırım Kumral A (2007). A Traditional Turkish Fermented Cereal Food: Tarhana. *Food Reviews International* 23(2): 107–121
- Şengün İ Y Nielsen D S Karapınar M & Jakobsen M (2009). Identification of lactic acid bacteria isolated from Tarhana, a traditional Turkish fermented food. *International Journal of Food Microbiology* 135(2): 105–11
- Tarakçı Z Doğan İ S & Koca A F (2004). A traditional fermented Turkish soup tarhana formulated with corn flour and whey. *International Journal of Food Science and Technology* 39(4): 455–458
- Tolstoguzov V B (1998). Functional Properties of protein-polysaccharide mixtures. In S. E. Hill D A Ledward & J R Mitchell (Eds.) *Functional Properties of food macromolecules* (2nd ed.). Gaithersburg: Aspen Publishers Inc. 252-277
- Türker S (1991). Sağlam, pişirilmiş ve çimlendirilmiş çeşitli baklagil katkılarıyla, mayasız ve maya ilavesiyle fermente edilen tarhananın bazı fiziksel, kimyasal ve besinsel özellikleri üzerine bir araştırma. *Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum*
- Türker S & Elgün A (1995). Nutritional value of naturally or yeast fermented (*Sacharomyces cerevisiae*) tarhana supplemented with sound, cooked and germination dry legumes. *Journal of Agricultural Faculty of Selcuk University* 8: 32–45
- Wang H L & Hesseltine C W (1981). Use of Microbial Cultures: Legume and Cereal Products. *Food Technology* 35(1): 79–83
- Yıldırım Z & Ercan R (2004). Ekstrüzyon koşullarının farklı buğday unları kullanılarak üretilen tarhanaların çözünürlüğüne ve su absorpsiyonuna etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi* 10(4): 428–434

Yoğurdun Fizikokimyasal Özelliklerine Kurutulmuş Goji Berry Meyvesinin (*Lycium barbarum*) Etkisi

Zekai TARAKÇI*, Melike DEMİRKOL

Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ordu, TÜRKİYE

Özet

Bu çalışmada, goji berry meyvesi (*Lycium barbarum*) fanlı kurutma kabini ile kurutulup öğütülerek toz forma getirilmiş ve bu yöntemle elde edilen toz meyve ile zenginleştirilen yoğurtların 21 günlük (1, 10 ve 21. gün) depolama süresince bazı fizikokimyasal özellikleri araştırılmıştır. Bu çalışma doğrultusunda kurutulup öğütülen meyveler yapılan ön denemelerle belirlenmiş olan % 0 (kontrol), 2, 3 ve 4 (w/v) oranlarında yoğurt üretiminde kullanılmıştır. Depolama süresince (4 °C, 21 gün) yoğurtların pH ve serum ayrılması değerleri azalmış viskozite ve asitlik değerleri ise artmıştır. Yapılan duyu analizler sonucunda kontrol örnekten sonra % 2 ve % 3 goji berry tozu katkılı yoğurt daha çok beğenilmiştir. Sonuç olarak çalışma yoğurt üretiminde goji berry meyvesinin fonksiyonel gıda bileşeni olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Goji berry; Kurutma; Meyveli yoğurt.

The Effect of Dried Goji Berry Fruit (*Lycium barbarum*) on Physicochemical Properties of Yogurt

Abstract

In this study, goji berry fruit (*Lycium barbarum*) sample were grinded into powder after drying with forced air oven. Some physicochemical properties were determined of the yogurt samples which were enriched with this fruit powder, during 21 days (1, 10 and 21. day) storage. Dried and grinded fruits were used in yogurt production with the rates of 0, 2, 3, 4% (w/v) which are determined in pre-studies. During storage (4 °C, 21 days), pH and syneresis values decreased, viscosity and acidity values increased. As a result of sensory evaluations; the yogurt with the rate of 2 and 3% were preferred after control sample. As a consequence; the study shows that goji berry fruit could be used in yogurt production as a functional food ingredient.

Key Words: Goji berry; Drying; Fruit yogurt

*zetakci@hotmail.com

1. GİRİŞ

Dünyada goji berry ya da wolf berry (kurt üzümü) diye bilinen ancak ülkemizde pek bilinmeyen kurt üzümü “süper meyve” olarak 21. yüzyıla adını yazdırmıştır. Asya kaynaklı çoğunlukla Tibet ve Moğolistan’da dünyanın en yüksek dağları olan Himalayalarda yetişen goji berry, dünyadaki besin değeri en yüksek olan meyvelerden biri olup Solanaceae bitkisi *Lycium barbarum*’dan elde edilmektedir (Potterat 2010).

Çin, Kanada, Amerika, Orta Doğu ülkelerinin neredeyse tamamında yetiştirilen bu bitki günümüzde antioksidan özelliği sayesinde Türkiye’de de yetiştirilmeye başlanmıştır. Özellikle kurutulmuş halde bulunduğundan dolayı bir yemiş olarak da çokça tüketilmektedir (Anonim 2016a).

Goji, inanılmaz şekilde sulu ve tatlıdır, tadı yabanmersini ve kirazın arasındadır. Goji bitkisinin sağlığımıza çok faydası olduğu için, hiç bir parçası atılmaz ve kullanılabilir. Parlak kırmızı meyveleri lezzetlidir. Yapraklarından, mükemmel çay yapılır. Ayrıca yapraklar ve saplarından yağ yapılır. Kurutulan goji, bir kuru üzüm olarak ta aynı önemde bir besindir (Anonim 2016b). Goji berry diğer meyve türleri ile kıyaslandığında sağlığa faydalı etkileri olan antioksidan bileşiklerin zengin bir kaynağıdır (Donno et al 2015).

2011 yılında yapılan bir araştırmada goji berry meyvelerinde yüksek oranda taurin bulunduğu ve hem meyve ekstraktlarının hem de içerdiği taurin maddesinin, doza bağımlı olarak insan gen transkripsiyonunu inhibe ederek diyabetik tedavisinde kullanılabileceği önerilmiştir. (Chan et al 2006; Potterat 2010).

Fermente süt ürünleri sektöründe en hızlı gelişen alanlardan birinin bazı meyve türlerini içeren meyveli yoğurtlar olduğu belirtilmektedir. Batı ülkelerinde yapılan araştırmalara göre, fermente bir süt ürünü olan yoğurdun aroma çeşitliliği ve tatlılık derecesi arttıkça, tüketiminin de arttığı bildirilmektedir. Meyve aromaları, yoğurdun duyuusal yönden daha cazip hale gelmesini sağladığı ve ‘sade’ yoğurdun karakteristik aromasını oluşturan, aşırı asetaldehit tadını maskeleyen amacıyla kullanıldığı belirtilmektedir (Ayar et al 2005).

Fenolik bileşiklerin süt ve süt ürünlerinin mikrobiyal, oksidatif ve ısı stabilitesi gibi bazı fonksiyonel özelliklerini geliştirme yeteneği olduğu belirlenmiştir (O’Connell & Fox, 2001). Fonksiyonel gıdalardan olan fonksiyonel süt ürünleri insan sağlığına olumlu

etkileri sebebiyle üretici ve tüketicilerin dikkatini çekmektedir (Pezzuto 2008). Yoğurt sağlığa faydalı bileşenleri içeren fonksiyonel süt ürünü olarak tüketiciler tarafından pozitif bir algı kazanmıştır (Choucholi et al 2013). Sağlık üzerine yapılan pek çok araştırma yoğurdun mükemmel bir gıda olduğunu ortaya koymaktadır. Yoğurt yüksek besin değeri ile en popüler fermente süt ürünüdür fakat önemli bir polifenol kaynağı olarak düşünülemez (Tseng & Zhao 2012). Bu yüzden doğal kaynaklardan elde edilen fenolik maddece zengin bileşik ilaveli yoğurt, sağlık açısından tüketiciler için uygun bir gıda formatı oluşturmaktadır.

Tüm araştırmalar yoğurdu daha besleyici ve daha fazla tüketilebilecek bir ürün haline getirmek için yapılmaktadır. Yoğurda farklı oranda meyve pulpu, reçeli, marmelat veya jölesi ilave edilerek meyveli yoğurt üretilmektedir. Bununla beraber farklılık, yoğurda çeşitli yöntemlerle farklı meyve ilavesinden kaynaklanmaktadır. Üretim esnasında toplum tarafından beğenilen, sağlık üzerine etkisi daha iyi olan meyveler kullanılmalı ve böylece meyveli yoğurt tipleri tüketici isteklerine göre çeşitlendirilmelidir. Özetle, yoğurt tüketimini artırmak amacıyla meyveli yoğurt üretimine önem verilmelidir (Tarakçı & İslam 2009).

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Goji berry

Çalışmada kullanılacak olan goji berry Ordu ilinden ticari olarak satın alınmıştır. Goji berry temin edildikten sonra toz formda yoğurda ilave etmek için fanlı kurutma kabinde 50°C’de 5 gün kurutulmuş ve ardından kahve öğütücünden geçirilerek toz forma getirilmiştir. Goji berry tozları yoğurt üretiminde kullanılıncaya kadar -20°C’de muhafaza edilmiştir.

2.2. Yoğurt Üretimi

Yoğurt üretiminde Ordu ili Kayabaşı ilçesinden temin edilen inek sütü kullanılmıştır. Üretimde süte % 5 oranında şeker, % 2 oranında süt tozu ilave edilmiş ve 90°C’ de 10 dakika pastörize edilmiştir, ardından 45°C’ye soğutulmuştur. Soğutma işleminin ardından % 2, % 3 ve % 4 oranlarında goji berry tozu ilave edilmiş ve yavaşça karıştırılmıştır. Karışım son pH 4.5 oluncaya kadar 45°C’de inkübatörde fermantasyona

bırakılmıştır. Yoğurt örnekleri polietilen kaplarda paketlenerek, 1, 10 ve 21. günlerde kalite değerlendirilmeleri için +4°C’de depolanmıştır. Starter kültür olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* bakterilerini içeren DVS (YO-FLEX YC-350, Chr. Hansen Holding A/S) yoğurt kültürü kullanılmıştır.

2.3. Goji berry ilaveli yoğurdun renk ve pH değerleri

Renk analizi, Minolta (CR-400, Osaka, Japonya) renk ölçüm cihazı kullanılarak L^* , a^* , b^* renk sistemi cinsinden belirlenmiştir. Ölçümler, örneğin 5 farklı bölgesinde ayrı ayrı gerçekleştirilmiş ve aritmetik ortalamaları alınmıştır. L^* , 0-100 arasında aydınlık ve karanlığın bir ölçüsüdür, 0 siyaha, 100 beyaza karşılık gelmektedir. Renk ölçüm sisteminde a^* değerinin pozitif (+) değerleri kırmızılığı, negatif (-) değerleri ise yeşilliği ifade etmektedir. b^* değerinin pozitif (+) değerleri sarılığı, negatif (-) değerleri ise maviliği ifade etmektedir. Örneklerin pH değeri direkt olarak inoLab (Weilheim, Germany) marka pH metre ile ölçülmüştür.

2.4. Goji berry ilaveli yoğurdun sineresiz, viskozite ve % titrasyon asitliği

Sineresiz jel matrisinden serum ayrılması olarak tanımlanır ve yoğurdun önemli bir kalite kriteri olarak görülür. Sineresizi belirlemek için 10 gr yoğurt örneği filtre kâğıdına ince bir tabak halinde yayılmış ve 2 saat süre sonunda katı kısımdan ayrılan serum miktarı gram olarak tespit edilerek, sonuçlar yüzde olarak ifade edilmiştir. Yoğurtların viskozite tayini Brookfield marka viskozimetre (Model DV-1+; Brookfield Engineering Laboratories, Inc., MA, USA) ile 3 numaralı mil kullanılarak belirlenmiştir ve sonuçlar cP olarak tespit edilmiştir.

2.5. Goji berry ilaveli yoğurdun duyuşal değerlendirmesi

Goji berry tozu katkılı yoğurtların duyuşal değerlendirmesi, Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünde görevli öğretim elemanlarından oluşan 10 kişilik panelist grubu tarafından, duyuşal değerlendirme puan kartı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yoğurtların duyuşal özellikleri görünüm, yapı-kıvam, tat-aroma, koku, genel kabul edilebilirlik olmak üzere beş farklı ölçüte göre değerlendirilmiş ve elde edilen duyuşal puanlar ve depolama boyunca oluşan değişimler için verilen puanlar

yapı-kıvam için 1-5 ve diğer faktörler için 1-10 puan arasında hedonik skala kullanılarak verilmiştir.

2.6. İstatistik analiz

Veriler SPSS 20 paket programı kullanılarak varyans analizi (GLM) ile incelenmiştir. Ortalamalar arasındaki farkların tespitinde ise Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Goji berry tozu ilaveli yoğurtlarda sineresiz, viskozite ve titrasyon asitliği (%)

Kurt üzümü tozu ilaveli yoğurtların +4°C’de 21 gün depolanması boyunca sineresiz, viskozite ve % titrasyon asitlik değerleri Çizelge 1’de verilmiştir. Yoğurt örneklerinden ayrılan serum miktarı % 13.07 ile % 18.26 arasında değişmiştir. Depolamanın başlangıcında tüm örnekler arasında sineresiz değerlerinde önemli bir fark görülmemiştir ($p>0.05$). Depolama süresince kontrol örneği haricinde sineresiz azalmış gibi görünse de istatistiksel anlamda bu azalma önemli görülmemiştir. Depolamanın sonunda kontrol örneğin sineresiz değerinde belirgin bir azalma olmuştur ve aynı zamanda meyve tozu ilavesi ayrılan serum miktarını artmıştır ($p<0.05$).

Goji berry tozu ilaveli yoğurtlarda depolama süresince viskozite değerleri 6630 cP ile 9255 cP arasında değişmiştir (Çizelge 1). Meyve tozu ilavesi depolamanın ilk günlerinde viskoziteyi etkilememiş ancak depolamanın sonunda viskoziteyi önemli oranda düşürmüştür ($p<0.05$). Meyve tozu oranının artırılması viskoziteyi önemli oranda etkilememiştir.

Goji berry tozu katkılı yoğurtlarda titrasyon asitliği % 1.06-1.49 arasında değişmiştir. Depolama süresince tüm örneklerde asitlik belirgin biçimde artmıştır ($p<0.05$). Depolamanın sonunda kontrol örneği % 1.19 ile en düşük asitliği göstermiştir. Meyve tozu oranının her bir arttırılışı asitliği önemli oranda arttırmıştır ($p<0.05$).

Çizelge 1. Goji berry tozu ilave edilerek yapılan yoğurtlarda depolama süresince belirlenen sineresiz, viskozite ve % TA değerleri

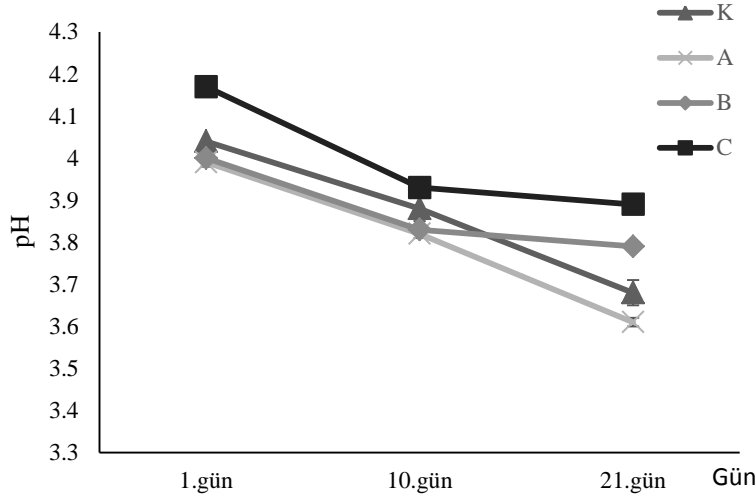
	Örnek	1.gün	10.gün	21.gün
Sinereziz	K	17.67 ± 1.120 A,a	14.11 ± 0.902 B,b	13.07 ± 0.887 B,bc
	A	17.19 ± 0.196 A,ab	18.26 ± 0.433 A,a	16.60 ± 0.229 A,ab
	B	14.72 ± 0.080 A,bab	16.05 ± 0.163 A,ba	14.22 ± 0.030 A,ab
	C	17.74 ± 0.624 A,a	15.00 ± 0.780 AB,ab	14.53 ± 0.240 A,ab
Viskozite	K	7790 ± 300 AB,ab	7325 ± 195 AB,ab	9255 ± 485 A,a
	A	6630 ± 520 B,b	7365 ± 225 AB,ab	8770 ± 410 A,ab
	B	6675 ± 475 AB,ab	7200 ± 110 AB,ab	7560 ± 410 A,ab
	C	7960 ± 850 AB,ab	8290 ± 590 AB,ab	7785 ± 505 A,ab
% TA	K	1.06 ± 0.00 C,b	1.15 ± 0.006 D,a	1.19 ± 0.003 D,a
	A	1.18 ± 0.009 A,c	1.27 ± 0.018 C,b	1.36 ± 0.004 C,a
	B	1.19 ± 0.001 A,c	1.32 ± 0.014 B,b	1.43 ± 0.008 B,a
	C	1.12 ± 0.010 B,c	1.37 ± 0.005 A,b	1.49 ± 0.002 A,a

^{A-D}Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p < 0.05$ düzeyinde farklıdır. ^{a-c}Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p < 0.05$ düzeyinde farklıdır. K, sade yoğurt (kontrol); A, % 2 goji berry tozu ilave edilmiş yoğurt; B, % 3 goji berry tozu ilave edilmiş yoğurt; C; % 4 goji berry tozu ilave edilmiş yoğurt.

3.2. Goji berry tozu ilaveli yoğurtlarda pH değerleri

Goji berry tozu ilave edilerek üretilen yoğurt örneklerinde 21 günlük depolama süresince ölçülen pH değerlerine ait değişim Şekil 1’de gösterilmiştir. Buna göre yoğurt örneklerinin pH değerleri 3.61 ile 4.17 arasında değişmiştir. Depolamanın başlangıcında meyve tozu ilavesi örneklerin pH değerlerinde önemli değişikliklere yol açmamıştır ($p > 0.05$). Depolamanın sonuna doğru bazı örneklerin pH değerlerinde dalgalanmalar görülse de genel olarak 21 günlük depolama süresince tüm örneklerin pH değerlerinde azalma gözlemlenmiştir. Depolama sonunda en düşük pH değerine 3.61 ile A örneği, en yüksek pH değerine ise C örneği sahip olmuştur. Tseng & Zhao (2013), farklı oranlarda

üzüm posası katarak ürettikleri yoğurtlarda pH değerlerini 3.63 ile 4.47 arasında tespit etmişlerdir. Bu araştırma sonuçları bizim belirlediğimiz sonuçlara paraleldir.



Şekil 1. Goji berry tozu ilave edilerek yapılan yoğurtlarda depolama süresince belirlenen pH değerleri. K, sade yoğurt (kontrol); A, % 2 goji berry tozu ilave edilmiş yoğurt; B, % 3 goji berry tozu ilave edilmiş yoğurt; C; % 4 goji berry tozu ilave edilmiş yoğurt.

3.3. Goji berry tozu ilaveli yoğurtlarda renk değerleri

Meyve tozu katkılı yoğurtlarda L^* , a^* ve b^* değerleri Çizelge 2’de verilmiştir. Kontrol yoğurt örneği depolamanın başında (meyve tozu ilavesiz) en yüksek L^* (91.81) değerine ve en düşük a ve b değerine sahiptir. Depolama günlerinde tüm örneklerde meyve oranı arttıkça beklenildiği gibi L^* değeri belirgin şekilde azalmış, a^* ve b^* değerleri ise artmıştır.

Chouchouli et al (2013), üzüm çekirdeği ekstraktı kattıkları yoğurtlarda L^* değerini 91.83 ile 98.16 arasında tespit etmişlerdir. Tseng & Zhao, (2013), şarap işletmesi atığı olan üzüm posasını ilave ettikleri yoğurtta L^* değerlerini 58.17 ile 92.18 arasında belirlemişlerdir. Araştırmamızdaki a^* ve b^* değerleri Chouchouli et al (2013), ve Karaaslan et al (2011)’nin üzüm çekirdek ekstrakt ilaveli yoğurt üzerine yaptıkları araştırmalarda ölçtükleri değerlerden yüksektir.

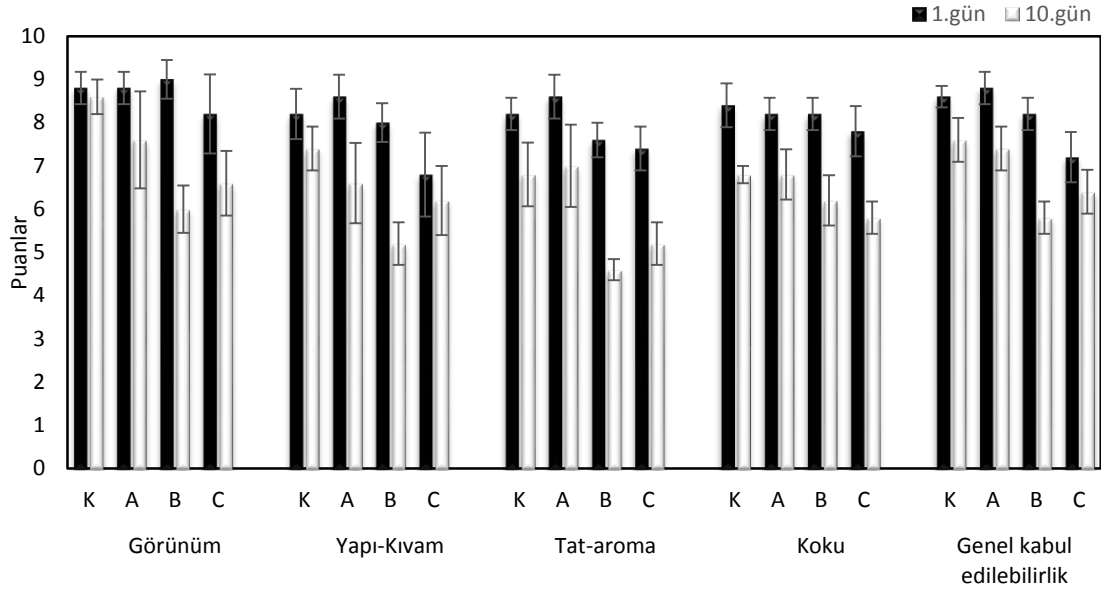
Çizelge 2. Goji berry tozu ilave edilerek yapılan yoğurtlarda depolama süresince belirlenen renk (L^* , a^* , b^*) değerleri

	Örnek	1.gün	10.gün	21.gün
L^*	K	91.81 ± 0.662 A,a	86.63 ± 0.949 A,b	92.82 ± 0.179 A,a
	A	78.68 ± 0.734 B,ab	74.50 ± 0.202 B,c	79.05 ± 0.343 B,a
	B	74.64 ± 0.050 C,ab	73.40 ± 0.322 B,b	76.41 ± 0.303 C,a
	C	72.50 ± 0.252 C,ab	70.53 ± 0.268 C,b	73.31 ± 0.090 D,a
a^*	K	0.58 ± 0.025 D,a	0.34 ± 0.024 D,a	0.36±0.020 D,a
	A	13.31 ± 0.250 C,a	11.79 ± 0.119 C,c	12.45 ± 0.166 C,b
	B	15.88 ± 0.067 B,a	14.50 ± 0.050 B,b	16.38 ± 0.167 B,a
	C	18.46 ± 0.171 A,a	17.51 ± 0.124 A,b	17.21 ± 0.043 A,b
b^*	K	6.64 ± 0.136 D,b	6.97 ± 0.294 D,b	9.99 ± 0.272 C,a
	A	19.55 ± 0.378 C,b	18.39 ± 0.043 C,c	21.72 ± 0.231 B,a
	B	23.73 ± 0.098 B,b	22.27 ± 0.003 B,c	25.77 ± 0.109 A,a
	C	26.46 ± 0.210 A,a	27.49 ± 0.170 A,b	26.70 ± 0.290 A,b

^{A-D}Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p < 0.05$ düzeyinde farklıdır. ^{a-c}Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p < 0.05$ düzeyinde farklıdır. K, sade yoğurt (kontrol); A, % 2 goji berry tozu ilave edilmiş yoğurt; B, % 3 goji berry tozu ilave edilmiş yoğurt; C; % 4 goji berry tozu ilave edilmiş yoğurt.

3.4. Goji berry tozu ilaveli yoğurtlarda duyuşal değerlendirme

Farklı oranlarda goji berry tozu ilave edilerek hazırlanan yoğurtlarda depolama süresince belirlenen duyuşal puanlardaki değişim Şekil 2’de verilmiştir. Depolama süresince meyve tozu ilavesinin yoğurtların görünüm ve yapı-kıvam puanlarına önemli bir etkisi olmadığı görülmüştür ($p > 0.05$). Tüm örneklerde tat-aroma puanlarında depolamanın ilk gününde önemli bir fark görülmemiş ancak depolamanın 10. gününde B örneğinin tat-aroma puanında önemli oranda düşüş görülmüştür. Yine koku ve genel kabul edilebilirlik puanlarında depolamanın ilk gününde önemli farklılıklar gözlenmemiş ancak 10. günde istatistik açıdan önemli olmasa da puanlarda düşüş görülmüştür. Depolamanın 21. gününde bazı örneklerde küflenme görüldüğünden duyuşal değerlendirme yapılamamıştır. Genel olarak bakıldığında depolama süresince kontrol örneğinden sonra A ve B örnekleri panelistler açısından daha çok tercih edilen örnekler olmuştur.



Şekil 2. Goji berry tozu ilave edilerek yapılan yoğurtlarda depolama süresince belirlenen duyuşal değerlendirme puanları K, sade yoğurt (kontrol); A, % 2 goji berry tozu ilave edilmiş yoğurt; B, % 3 goji berry tozu ilave edilmiş yoğurt; C, % 4 goji berry tozu ilave edilmiş yoğurt.

4. SONUÇLAR

Bu araştırma goji berry meyvesinin yoğurt üretiminde kullanılması ile alternatif bir tüketim yöntemi olabileceğini göstermiştir. Goji berry'nin kurutulmuş ilave edilmesiyle üretilen yoğurtlar kontrol örneğine benzer fizikokimyasal özellik göstermiştir. Fizikokimyasal özellikler ve duyuşal sonuçlar açısından meyve tozu ilaveli yoğurt üretiminde % 2 meyve tozu ilavesi yeni bir üretim şekli olarak önerilebilir. Sonuç olarak kurutulmuş goji berry meyvesi sağlığa faydalı etkilerinden dolayı yoğurt üretiminde fonksiyonel gıda bileşeni olarak kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- Anonim (2016a). <http://www.haberyudum.com/yasam/goji-berry-kurt-uzumu-nasil-yetistirilir-nerede-yetisir-h28759.html> (Erişim tarihi: 15.06.2016)
- Anonim (2016b). www.gojiberry.com (Erişim tarihi: 15.06.2016).

- Ayar A Sert D Kalyoncu İ H (2005). Farklı meyveler kullanılarak üretilen yoğurtların kimyasal, reolojik ve duyuşal özellikleri. *Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi* (2)
- Chan C Chang RC Koon-Ching Ip A et al (2006). Neuroprotective effects of *Lycium barbarum* Lynn on protecting retinal ganglion cells in an ocular hypertension model of glaucoma, *Exp Neurol*, 203,1, 269-273.
- Chouchouli V Kalogeropoulos N Konteles S J Karvela E Makris D P Karathanos V T (2013). Fortification of yoghurts with grape (*Vitis vinifera*) seed extracts. *LWT-Food Science and Technology*, 53, 522-529.
- Donno D Beccaro G L Mellano M G Cerutti A K & Bounous G (2015). Goji berry fruit (*Lycium spp.*): antioxidant compound fingerprint and bioactivity evaluation. *Journal of Functional Foods*, 18, 1070-1085.
- Karaaslan M Ozden M Vardin H Turkoglu H (2011). Phenolic fortification of yogurt using grape and callus extracts. *LWT-Food Science and Technology*, 44(4), 1065-1072.
- O'Connel J E Fox P F (2001). Significance and applications of phenolic compounds in the production and quality of milk and dairy products: a review. *International Dairy Journal*, 11, 103-120.
- Pezzuto J M (2008). Grapes and Human Health: A Perspective. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 6777-6784.
- Potterat O (2010). Goji (*Lycium barbarum* and *L. chinense*): Phytochemistry, Pharmacology and Safety in the perspective of traditional uses and recent popularity, *Planta Med*, 76, 7-19.
- Tarakçı Z Islam A (2009). Yayınlanan kitap/dergi: III. Ulusal üzümü meyveler sempozyumu (Kahramanmaraş, 10-12 Haziran 2009) Sayfa:358-364.
- Tseng, A Zhao Y (2012). Effect of Different Drying Methods and Storage Time on the Retention of Bioactive Compounds and Antibacterial Activity of Wine Grape Pomace (Pinot Noir and Merlot). *Journal of Food Science*, 77(9), 192-201.
- Tseng A Zhao Y (2013). Wine grape pomace as antioxidant dietary fibre for enhancing nutritional value and improving storability of yogurt and salad dressing. *Food Chemistry*, 138, 356-365.

Yalıköy Deresi (Ordu) Balık Faunasının Tespiti Üzerine Bir Araştırma

Derya BOSTANCI^{1*}, Muammer DARÇIN¹, Selma HELLİ²

¹ Ordu Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Ordu

² Sakarya Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Sakarya

Özet

Bu araştırma Ordu ilindeki Yalıköy Deresinde yaşayan balık türlerini tespit etmek için Haziran 2013-Haziran 2014 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmadaki, tüm balık örnekleri farklı göz açıklığına sahip fanyalı ağlar, serpmeye ağlar, olta takımı ve “Samus 725 mp” elektroşoker cihazı kullanılarak yakalanmıştır. Örnekleme aktiviteleri sonunda 309 balık yakalanmıştır. Bu çalışmada 4 familyaya (Blennidae, Cyprinidae, Gobiidae, Salmonidae) ait 8 tür; *Alburnus chalcoides* (Güldenstädt, 1772); *Barbus tauricus* Kessler, 1877; *Capoeta banarescui* Turan, Kottelat, Ekmekçi ve İmamoğlu, 2006; *Neogobius cephalarges* (Pallas, 1814); *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814); *Salaria fluviatilis* (Asso, 1801); *Salmo labrax* Pallas, 1814; *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758) tespit edilmiştir. Bu çalışmada *S. cephalus*, Yalıköy Deresi’nde % 38’lik oranla baskın balık türü olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ordu; Yalıköy Deresi; Balık Faunası; Taksonomi

A Study on the Investigation of Fish Fauna of Yalıköy Stream (Ordu)

Abstract

This investigation was carried out between June 2013-2014 to determine the fish fauna of Yalıköy Stream in Ordu. All fish specimens were sampled using the fishing nets, fishing cast nets with different mesh sizes, fishing tackle, and electroshocker (Samus 725 mp) in the current study. As a result of sampling activities, 309 fish were caught. In this study, 8 species; *Alburnus chalcoides* (Güldenstädt, 1772); *Barbus tauricus* Kessler, 1877; *Capoeta banarescui* Turan, Kottelat, Ekmekçi ve İmamoğlu, 2006; *Neogobius cephalarges* (Pallas, 1814); *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814); *Salaria fluviatilis* (Asso, 1801); *Salmo labrax* Pallas, 1814; *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758) belonging to 4 families (Blennidae, Cyprinidae, Gobiidae, Salmonidae) were identified. In the present study, *S. cephalus* was determined as a predominant fish species with 38% in the Yalıköy Stream.

Key Words: Ordu; Yalıköy Stream; Fish Fauna; Taxonomy

*deryabostanci@gmail.com

1.GİRİŞ

Ülkemiz doğal yaşam alanı ve bu alanlarda yaşayan canlı çeşitliliği açısından oldukça zengin bir potansiyele sahiptir. Özellikle sucul yaşam alanlarının geniş bir coğrafyaya yayılmış olması ve içerisinde biyolojik ve ekonomik açıdan önem arz eden balık türlerinin yoğun bir şekilde bulunması, yerli ve yabancı bilim adamlarının bu alanlarda çeşitli araştırmalar yapmalarına olanak sağlamıştır. Bugüne kadar ülkemiz tatlı su balık faunasının belirlenmesine yönelik birçok çalışma yapılmış olup, bu çalışmalar günümüzde de sürdürülmektedir. Her ne kadar ülkemize ait birçok tatlı su kaynağının balık faunası ortaya çıkarılmış olsa da, aynı yerlerde yapılmış çalışmalar bile, örnekleme metotları veya örnekleme zamanlarının farklılığından kaynaklanan değişik sonuçlar ortaya koymuşlardır (Demirci 2007).

Türlerin dağılım yönleri jeolojik dönemler boyunca topraklarımız üzerinden geçer, uygun olanlar yerleşir ve bu yerlerde yerel popülasyonları oluşturur. Coğrafik kısıtlamalardan dolayı belirli küçük alanlarda sıkışan türler zamanla gen havuzlarını oluşturarak diğer türlerden kendilerini izole ederler (Uğurlu & Polat 2008). Son yüzyıl içerisinde doğal döngüdeki değişiklikler, baraj inşaatı, kurutma, akarsuların kanala alınması, sulama, kum ocakları vb. insan etkinlikleri sonucunda hidrolojik rejimdeki değişimler nedeniyle habitat bozunmaları, kayıpları ve parçalanmaları çarpıcı bir şekilde gözlenmektedir. Bunların yanısıra aşırı avcılık, kirlenme ve yabancı türlerin içsularımıza yerleşmesi balık çeşitliliği için ciddi tehdit oluşturmaktadır. Bu tehditler balık türlerinin dağılım alanlarının daralmasına, popülasyonların azalmasına ve hatta bazı türlerin yok olmasına neden olacak boyuttadır (Ekmekçi ve ark. 2013). Biyolojik zenginliği fazla olan su kaynaklarımızdaki su ürünleri miktarını artırabilmek için bunların ortaya çıkartılması ve incelenmesi, insan gıdası olarak tüketilen balık faunasının ortaya çıkarılması açısından gereklidir (Ekingen 1988).

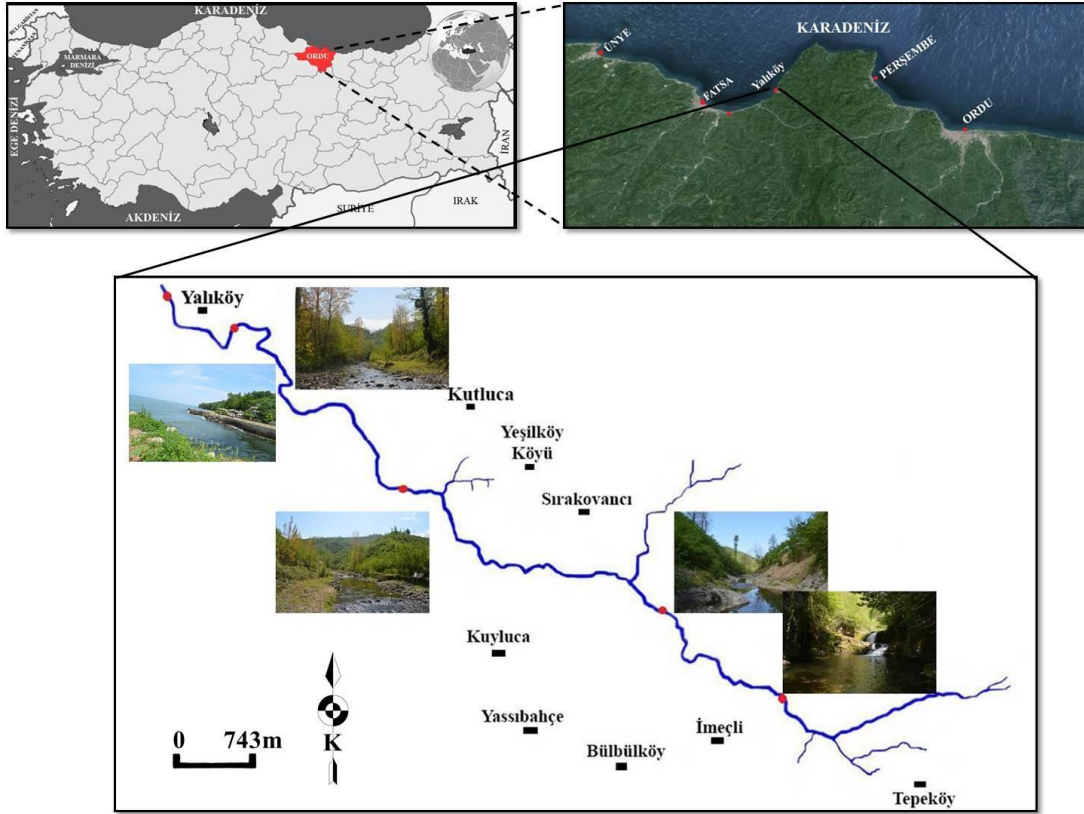
Ordu ilinde daha önce yapılan balık faunası araştırmalarında Gaga Gölü (Dönel 2012), Aşağı Melet Irmağı (Turan ve ark. 2008), Turnasuyu ve Curi Derelerinin balık faunaları (Bostancı ve ark. 2016, Bostancı ve ark. 2015, İskender 2013) tespit edilmiş olup, bu çalışma ile Yalıköy Deresinin balık faunası belirlenerek, mevcut durumun ortaya

çıkarılması ile Ordu ilinin tatlı su balık faunasının tespitine yönelik eksikliklerin tamamlanmasına çalışılmaktadır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Yalıköy Deresinin Genel Özellikleri

Ordu ilinin Fatsa ilçesine bağlı Yalıköy beldesinde bulunan Yalıköy Deresi $41^{\circ}2'17.46''$ kuzey enlemi ve $37^{\circ}38'15.60''$ doğu boylamı ile $41^{\circ}3'11.61''$ kuzey enlemi ve $37^{\circ}36'45.38''$ doğu boylamı arasında uzanmaktadır. Taşkın ve kıyı oyuntusu zararına neden olabilecek potansiyele sahip olduğu için derenin belde merkezinden geçtiği yerlerde ıslah çalışmaları yapılmıştır. Kolektör uzunluğu yaklaşık 10 km'dir. Yalıköy Deresi, İmeçli ve Tepeköyün buldukları tepelerin eteklerinden doğup, Yalıköy beldesinin merkezinden Karadeniz'e dökülür (Şekil 1). Derenin geçtiği arazilerde fındık tarımı yapılmaktadır.



Şekil 1. Yalıköy deresi'nin genel konumu

2.2. Balık Örneklerinin Temini, Korunması ve Laboratuvara Nakli

Çalışmanın konusunu oluşturan materyallerin toplanabilmesi için arazi çalışmaları, bölgenin coğrafik yapısı ve iklim koşulları da göz önünde bulundurularak, akarsu debilerinin azaldığı, balıkların daha hareketli olduğu ve avcılığının kolay yapıldığı dönemlerde, Haziran 2013-Haziran 2014 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Balık örneklemeleri için derelere her ayın belirlenen günlerinde gidilmiş ve örnekler derelerin farklı istasyonlarından temin edilerek homojen bir örnekleme yapılmıştır. Bu çalışmadaki balık örneklemelerinde; farklı göz açıklığına sahip fanyalı ağlar, serpmeye ağlar, olta takımı ve “Samus 725 mp” elektroşoker cihazı kullanılmıştır. Yakalanan balıklar zedelenmeden ve düzgün bir şekilde, içinde bol miktarda buz bulunan kapalı kaplara yerleştirilerek Ordu Üniversitesi Biyoloji Bölümü Hidrobiyoloji Araştırma Laboratuvarı'na getirilmiştir.

2.3. Laboratuvar Çalışmaları

Laboratuvara getirilen balık örneklerinin fotoğrafları kimyasala maruz bırakılmadan önce diagnostik özelliklerinin belirgin olarak gözlenebileceği şekilde profesyonel fotoğraf makinası ile çekilmiştir. Yakalanan balıkların ağırlıkları hassas terazide (± 0.2 g) tartıldıktan sonra tür tayinlerinin yapılması sırasında yararlanılacak olan bazı morfometrik ve meristik özellikler belirlenmiştir. İncelenmesi biten balık örnekleri saklama kaplarında yan yatırılarak mümkün olduğunca düzgün şekil verilerek, örneklerin üzerini örtecek şekilde %4'lük formaldehit çözeltisi ilave edilmiş ve bu şekilde sertleşmeleri sağlanmıştır.

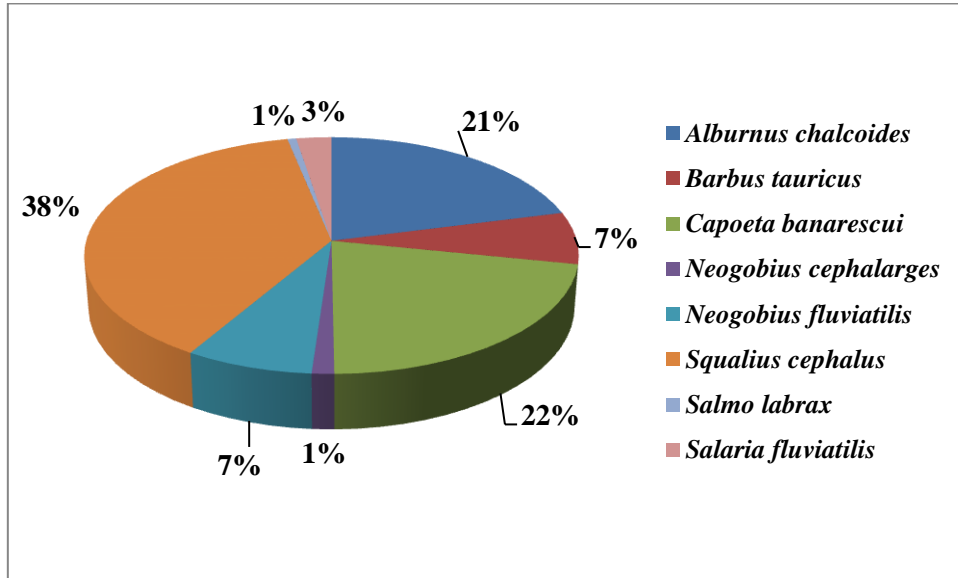
2.4. Tür Tayinleri

Araştırma alanından yakalanan balıkların sistematikteki yerlerini belirlemek amacıyla familya, cins ve tür düzeyindeki teşhisleri yapılırken Berg (1962; 1964; 1965), Kuru (1980a; b), Çelikkale (1988), Balık ve ark. (1992), Mater ve ark. (2002), Ekingen (2004), Geldiay & Balık (2009)'dan yararlanılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Balık Faunası

Araştırma bölgesinden yakalanan numunelerin değerlendirilmesi sonucu, teşhis edilen türlerin taksonomik özellikleri her bir tür için ayrı ayrı verilmiştir. Yalıköy Deresinden yakalanan balık örneklerinin türlere göre yüzdelik dağılımı şekil 2’de görülmektedir. Dereye 4 familyaya (Blennidae, Cyprinidae, Gobiidae, Salmonidae) ait 8 tür; *Alburnus chalcoides* (Güldenstädt, 1772); *Barbus tauricus* Kessler, 1877; *Capoeta banarescui* Turan, Kottelat, Ekmekçi ve İmamoğlu, 2006; *Neogobius cephalarges* (Pallas, 1814); *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814); *Salaria fluviatilis* (Asso, 1801); *Salmo labrax* Pallas, 1814; *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758) tespit edilmiştir. % 38’lik oranla *Squalius cephalus*’un baskın balık türü olduğu belirlenmiştir.



Şekil 2. Yalıköy deresinden yakalanan balık türlerinin yüzdelik dağılımı.

3.2. Türlerin Taksonomik Özellikleri

Alburnus chalcoides (Güldenstädt, 1772) (Şekil 3A)

D: III (7) 8 (9)

SB: 73-124 mm

V: II (7) 8 (9)

SB/VY: 4.33-6.50

A: III 13-14 (15)

SB/BB: 3.75-5.32

P: I 14-16

BB/GÇ: 2.15-4.22

L.lat.: 54-71

İM/GÇ: 0.66-1.63

L.tran.: (11) 12-13/3-4

n: 65

FD: 2.5-5.2

Alburnus chalcoides meristik karakterleri; İlhan (2006), Yeğen ve ark. (2006) ve Uğurlu (2006)'nın bildirdiği değerlerle benzerlik göstermektedir.

***Barbus tauricus* Kessler, 1877 (Şekil 3B)**

D: IV (7) 8	SB: 71-127 mm
V: II 7-8	SB/VY: 4.34-5.59
A: III 5	SB/BB: 3.64-4.81
P: I (14) 15-16 (17)	BB/GÇ: 3.69-5.88
L.lat.: 55-66	İM/GÇ: 1.18-1.86
L.tran.: 11-14/7-9	n: 22

FD: 2.3.5-5.3.2

Barbus tauricus'un meristik karakterleri ile Kuru (1975); Özuluğ (1999); Özdemir ve ark. (2003); Sarı ve ark. (2006); Uğurlu (2006); Polat ve ark. (2008)'in tespit ettiği değerlerle uyumludur. Özuluğ (1999)'a göre linea lateral pul sayısı, elde ettiğimiz değerlerden daha yüksektir.

***Capoeta banarescui* Turan, Kottelat, Ekmekçi ve İmamoğlu, 2006 (Şekil 3C)**

D: III (7) 8 (9)	SB: 65-136mm
V: I 8 (9)	SB/VY: 4.45-6.05
A: III 5	SB/BB: 4.03-5.01
P: I 14-17	BB/GÇ: 3.92-5.97
L.lat.: 68-82	İM/GÇ: 1.51-2.57
L.tran.: 12-14/8-10	n: 67

FD: 2.3.4–4.3.2

Capoeta banarescui'nin meristik karakterleri; Turan ve ark. (2006)'nın bildirdiği değerlerle benzerlik göstermektedir.

***Neogobius cephalarges* (Pallas, 1814) (Şekil 3D)**

D1: VI	SB: 91-116 mm
D2: I 16-18	SB/VY: 5.37-6.27
V: I 5	SB/BB: 3.53-3.68
A: I (12) 13-15	BB/GÇ: 5.69-6.01
P: (16) 17-18	İM/GÇ: 1.26-1.67
Sq: 58-64	n: 4

Neogobius cephalarges meristik karakterleri; İlhan (2006), Geldiay & Balık (2009)'un bildirdiği değerlerle benzerlik göstermektedir.

***Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814) (Şekil 3E)**

D1: VI	SB: 65-100 mm
D2: I (14) (15) (16) 17-18	SB/VY: 4.93-6.95
V: I 5	SB/BB: 3.50-4.16
A: I (12) 13-14 (15)	BB/GÇ: 4.08-5.93
P: 17-18	İM/GÇ: 1.00-2.40
Sq: 50-64	n: 23

Neogobius fluviatilis meristik karakterleri; Uğurlu & Polat (2002) ve Sarı ve ark. (2006)'nın bildirdiği değerlerle benzerlik göstermektedir.

***Salaria fluviatilis* (Asso, 1801) (Şekil 3F)**

D: XIII-XIV 18-20	SB: 84-103 mm
V: 2	SB/VY: 3.87-5.05
A: II 18-19 (20)	SB/BB: 3.93-4.47
P: 13-14	BB/GÇ: 3.94-5.10
n: 8	İM/GÇ: 0.74-0.99

Salaria fluviatilis'in meristik karakterleri; Özeren (2004)'e göre dorsal, anal ve pektoral yüzgeçlere ait meristik karakterlerle benzerlik göstermektedir. Anal yüzgeçteki dallanmış ışın sayıları Onaran ve ark. (2006)'nın bulgularıyla uyumludur.

***Salmo labrax* Pallas, 1814** (Şekil 3G)

D: IV 9-10	SB: 141-214 mm
V: II (7) 8	SB/VY: 5.13-5.35
A: III 7-8 (9)	SB/BB: 4.31-4.38
P: I 12-13	BB/GÇ: 4.79-5.28
L.lat.: 113-121	İM/GÇ: 1.40-1.50
	n: 2

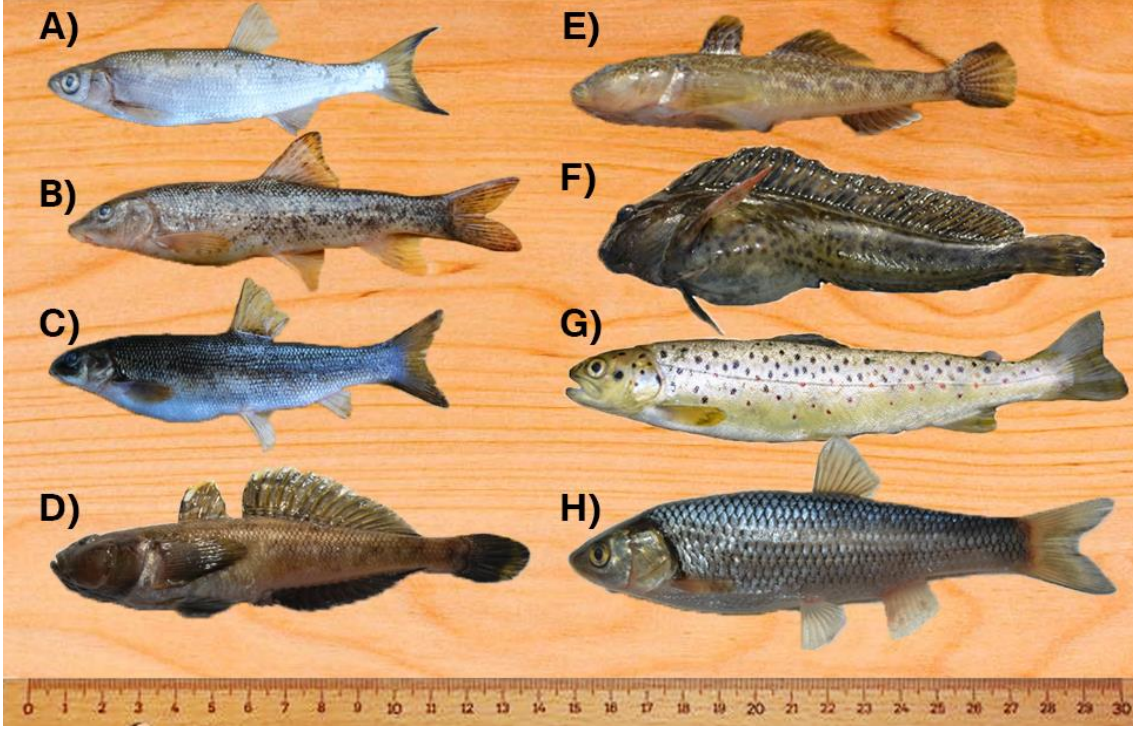
Türün meristik karakterleri; Berg (1962); Kuru (1975); Uğurlu (2006); Geldiay & Balık (2007)'nin bildirdiği değerlerle benzerlik göstermektedir.

***Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758)** (Şekil 3H)

D: III 8-9	SB: 77-224 mm
V: II 7-8 (9)	SB/VY: 3.30-4.69
A: III 8-9	SB/BB: 3.31-4.39
P: I (14) 15-17	BB/GÇ: 3.05-7.16
L.lat.: 42-47	İM/GÇ: 1.43-2.78
L.tran.: 7.5-8.5/4	n: 118

FD: 2.5-5.2

Squalius cephalus'un meristik karakterleri Kuru (1975); Özuluğ (1999); Barlas ve ark. (2000); Uğurlu (2006); İlhan (2006); Geldiay & Balık (2007); Polat ve ark. (2008)'in bildirdiği değerlerle benzerlik göstermektedir. Barlas ve ark. (2000)'in bildirdiği anal ve ventral yüzgeçlerdeki basit ışın sayısı elde ettiğimiz değerlerden daha düşüktür.



Şekil 3. Yalıköy deresinden yakalanan balık türleri: A) *Alburnus chalcoides*, B) *Barbus tauricus*, C) *Capoeta banarensis*, D) *Neogobius cephalarges*, E) *Neogobius fluviatilis*, F) *Salaria fluviatilis*, G) *Salmo labrax*, H) *Squalius cephalus*

Araştırma bölgesinde, daha önce balık faunasını belirlemeye yönelik herhangi bir bilimsel çalışma yapılmamıştır. Bu çalışmanın ilk olması çalışmanın özgün değerini belirtmektedir. Türkiye tatlı su balıkları sistematığındeki eksik halkalardan birisini oluşturan Ordu il sınırları içinde bulunan Yalıköy Deresinin balık faunasının ortaya çıkarılmıştır.

Son yüzyıl içerisinde doğal döngüdeki değişiklikler, baraj yapımı, kurutma, akarsuların kanala alınması, sulama, kum ocakları vb. insan faaliyetleri sonucunda hidrolojik rejimdeki değişimler nedeniyle habitat bozulmaları, kayıpları ve parçalanmaları çarpıcı bir şekilde gözlenmektedir. Bunların yanısıra aşırı avcılık, uygun olmayan av araçlarının kullanılması, kirlilik gibi faktörler popülasyonun doğal yapısını etkilemektedir. Belki de bunlardan daha da tehlikeli olanı, doğal faunamızda bulunmayan, istilacı tür olarak adlandırılan türlerin içsularımıza yerleşmesi ve dolayısıyla balık çeşitliliği için ciddi tehdit oluşturmasıdır. Bu tehditler balık türlerinin dağılış alanlarının daralmasına, popülasyonların azalmasına ve hatta bazı türlerin yok olmasına neden olacak boyuttadır (Ekmekçi ve ark. 2013).

Doğal fauna elemanlarının korunabilmesi için öncelikli olarak mevcut fauna elemanları belirlenmeli ve kirlilik, tarım ilaçlarının gereksiz miktarda fazla kullanılması ve istilacı türlerin bilinçsizce yaygınlaştırılması gibi konularda tedbirler alınmalı ve yöre halkı bilgilendirilerek bilinçlendirilmelidir. Bu tedbirlere ilave olarak, devam edecek çalışmalarla mevcut fauna elemanlarına ait bilgiler güncellenmeli, bu alanda meydana gelen gelişmeler ve değişiklikler takip edilerek popülasyonu azalan, yaşam alanı daralan yada önceden var olduğu bilinen fakat zamanımızda yapılan arazi çalışmalarında varlığı tespit edilemeyen türler hakkında güncel veriler oluşturulmalıdır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu (TF-1316) tarafından desteklenmiştir.

Kısaltmalar

Araştırma sahasından yakalanan balık örneklerinin metrik ve meristik karakterleri için kullanılan simgeler ve kısaltmalar:

D = Dorsal Yüzgeç

D1 = Birinci Dorsal Yüzgeç

D2 = İkinci Dorsal Yüzgeç

V = Ventral yüzgeç

A = Anal Yüzgeç

P = Pektoral Yüzgeç

L.lat. = Linea Lateralde bulunan pul sayısı

L.tran. = Linea Transversalde bulunan pul sayısı

Sq = Boyuna pul sayısı

FD = Farinks Dişi Sayısı

SB = Standart Boy

VY = Vücut yüksekliği

BB = Baş Boyu

İM = İnterorbiter Mesafe

GÇ = Göz Çapı

n = Örnek sayısı

KAYNAKLAR

- Balık S, Mater S, Ustaoglu M & Bilecik N (1992). Kefal Balıkları ve Yetiştirme Teknikleri. T.C. Tarım Orman ve Köyleri Bakanlığı, Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Seri: A, Yayın No: 6, Bodrum
- Barlas M, Yılmaz F, Dirican S & Yorulmaz B (2000). Yuvarlak Çay (Köyceğiz-Muğla)'ın Balık Faunasının Araştırılması. *Doğu Anadolu Bölgesi IV. Su Ürünleri Sempozyum*. 28-30 Haziran, Erzurum, s. 423-435
- Berg L S (1962). Freshwater Fishes of the U.S.S.R. and Adjacent Countries, Academy of Sciences of the U.S.S.R. Zoological Institute, Guide to the Fauna of the U.S.S.R. Volume: I, Number: 27, 4th Edt, Translated from Russian, Published for the National Science Fondatition, Israel Program for Scientific Translations, Washington
- Berg L S (1964). Freshwater Fishes of the U.S.S.R. and Adjacent Countries. Academy of Sciences of the U.S.S.R. Zoological Institute, Guide to the Fauna of the U.S.S.R. Volume: II, Number: 29, Fourth 4th Edt, Translated from Russian, Israel Program for Scientific Translations, Russia
- Berg L S (1965). Freshwater Fishes of the U.S.S.R. and Adjacent Countries. Academy of Sciences of the U.S.S.R. Zoological Institute, Guide to the Fauna of the U.S.S.R. Volume: III, Number: 30, Fourth edition, Translated from Russian, Israel Program for Scientific Translations, Russia
- Bostancı D, İskender R, Helli S & Polat N (2016). Curi Deresi (Ordu) Balıkları ve İstilacı Bir Balık Türü *Carassius gibelio* (Bloch, 1782). *Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research*, 2(1): 11-19
- Bostancı D, İskender R, Helli S & Polat N (2015). Turnasuyu Deresi (Ordu) Balık Faunasının Belirlenmesi. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(2): 1-9
- Çelikkale M S (1988). İç su Balıkları Yetiştiriciliği. Cilt: II, Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi, Genel Yayın No: 128, Fakülte Yayın No: 3, Trabzon.
- Demirci C (2007). Göksu Çayı (Nurhak-Kahramanmaraş) Balık Faunası Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş
- Dönel E K (2012). Gaga Gölü (Ordu-Türkiye) Balık Faunasının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu
- Ekingen G (1988). Balık Sistematiği. Tolga Ofset, Elazığ
- Ekingen G (2004). Türkiye Deniz Balıkları Tanı Anahtarı. Mersin Üniversitesi Yayınları: 12, Su Ürünleri Fakültesi Yayınları: 4, Ders Kitabı:193, Mersin
- Ekmekçi F G, Kirankaya Ş G, Gençoğlu L & Yoğurtçuoğlu B (2013). Türkiye İçsularındaki İstilacı Balıkların Güncel Durumu ve İstilanın Etkilerinin Değerlendirilmesi. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 28(1): 105-140
- Geldiay R & Balık S (2007). Türkiye Tatlısu Balıkları. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları no: 46, Ders Kitabı: 644, Bornova-İzmir
- Geldiay R & Balık S (2009). Türkiye Tatlısu Balıkları. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi: 46, Ders Kitabı: 644, Bornova-İzmir
- İlhan A (2006). Batı Karadeniz Bölgesi Tatlısu Balıklarının Taksonomik ve Ekolojik Özelliklerinin Araştırılması. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir
- İskender R (2013). Turnasuyu ve Curi Derelerinin (Ordu) Balık Faunasının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu
- Kuru M (1975). Doğu Anadolu Bölgesinin Balık Faunası. Atatürk Üniversitesi Yayınları: 348, Erzurum

- Kuru M (1980a). Türkiye Tatlısu Balıkları Katoloğu. Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları Yardımcı Ders Kitapları Dizisi, Seri: 12, Bölüm: 1, Sayı: 1, Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Basımevi, Ankara
- Kuru M (1980b). Key to the Inland Water Fishes of Turkey. *Hacettepe Bulletin of Natural Sciences and Engineering*, 9: 103-133
- Mater S, Kaya M & Bilecenoğlu M (2002). Türkiye Deniz Balıkları Atlası. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları: 68, Yardımcı Ders Kitapları Dizini: 11, Ege Üniversitesi Basımevi, Ders Kitabı: 169, Bornova-İzmir
- Anaran M A, Özdemir N & Yılmaz F (2006). The Fish Fauna of Eşen Stream (Fethiye-Muğla). *International Journal of Science and Technology*, 1(1): 35-41
- Özdemir N, Yılmaz F, Barlas M & Yorulmaz B (2003). Namnam Çayı (Köyceğiz) Balık Faunası ve Ekolojik Özellikleri. *XII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu*, 2-5 Eylül, Elazığ, s. 166-170
- Özeren S C (2004). İznik Gölü Balıklarının Taksonomisi ve *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 (Sazan), *Rutilus frish* Nordmann, 1840 (Alabalık) ve *Atherina boyeri* Risso, 1810 (Gümüş balığı)'nın Biyo-Ekolojik Yönden İncelenmesi. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Özuluğ M (1999). A Taxonomic Study on the Fish in the Basin of Büyükçekmece Dam Lake. *Turkish Journal of Zoology*, 23(4): 439-451
- Polat N, Uğurlu S & Kandemir Ş (2008). Aşağı Kızılırmak Havzası (Samsun) Balık Faunası. *Journal of FisheriesSciences.com*, 2(3): 489-498
- Sarı M H, Balık S Ustaoglu M R & İlhan A (2006). Distribution and Ecology of Freshwater Ichthyofauna of the Biga Peninsula, North-western Anatolia, Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 30(1): 35-45
- Turan D, Kottelat M, Ekmekçi F G & Imamoğlu H O (2006). A review of *Capoeta tinca*, with descriptions of two new species from Turkey (Teleostei: Cyprinidae). *Revue Suisse De Zoologie*, 113(2): 421-436
- Turan D, Taş B, Çelik M & Yılmaz Z (2008). Aşağı Melet Irmağı (Ordu, Türkiye) Balık Faunası. *Journal of FisheriesSciences.com*, 2(5): 698-703
- Uğurlu (Helli) S & Polat N (2002). An Investigation on Fish Fauna of the River Mert (Samsun). *Turkish Journal of Zoology*, 26(1): 63-75
- Uğurlu S (2006). Samsun İli Tatlı Su Balık Faunasının Tespiti. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun
- Uğurlu S & Polat N (2008). Fish Fauna of the Karaabdal Stream (Samsun-Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 8(1): 121-124
- Yeğen V, Balık S, Bostan H, Uysal R & Bilçen E (2006). Göller Bölgesi'ndeki bazı göl ve baraj göllerinin balık faunalarının son durumu. *1. Ulusal Balıklandırma ve Rezervuar Yönetimi Sempozyumu*, 7-9 Şubat, Antalya, s. 129-139

Ordu İli (Türkiye) Tatlısu Gammaridea (Crustacea, Amphipoda) Faunası Üzerine Araştırma

Mehmet EKİNCİ*, Ali MİROĞLU

Ordu Üniversitesi, Fatsa Deniz Bilimleri Fakültesi, Fatsa/ORDU

Özet

Ordu ili tatlısu Gammaridea faunasını belirlemek amacıyla Mayıs-Eylül 2014 tarihleri arasında bölgedeki 58 dere, 16 yalak, 7 kaynak, 2 göl ve 1 yapay gölet olmak üzere toplam 84 adet lokalitede örnekleme yapılmıştır. Yapılan örnekleme sonucunda Gammaridea subordosuna ait 3 familya (Gammaridae, Crangonyctidae, Niphargidae), 3 cins (*Gammarus*, *Synurella*, *Niphargus*) ve 9 tür (*Gammarus anatoliensis*, *Gammarus balcanicus*, *Gammarus effultus*, *Gammarus komareki*, *Gammarus laborifer*, *Gammarus pulex pulex*, *Gammarus topkarai*, *Synurella osellai*, *Niphargus anaticus*) tespit edilmiştir.

Gammarus balcanicus hariç tespit edilen türler Ordu ili için ilk kayıttır.

Anahtar Kelimeler: Amphipoda, Gammaridea, Fauna, Ordu, Türkiye.

Study on Freshwater Gammaridea (Crustacea, Amphipoda) Fauna of Ordu (Turkey)

Abstract

For the aim of identifying Gammaridea fauna in Ordu, sampling studies were done on 84 locality including 58 strons, 16 ponds, 7 springs, 2 lakes and a puddle between May-September 2014. The results of the sampling studies indicated three families of gammaridea subordo (Gammaridae, Crangonyctidae, Niphargidae), three genus (*Gammarus*, *Synurella*, *Niphargus*) and 9 species (*Gammarus anatoliensis*, *Gammarus balcanicus*, *Gammarus effultus*, *Gammarus komareki*, *Gammarus laborifer*, *Gammarus pulex pulex*, *Gammarus topkarai*, *Synurella osellai*, *Niphargus anaticus*).

Defined kinds except for *Gammarus balcanicus* are the first records in Ordu Turkey.

Key Words: Amphipoda, Gammaridea, Fauna, Ordu, Turkey.

*meof87@gmail.com

1. GİRİŞ

Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Ordu; doğusunda Giresun, batısında Samsun, güneyinde Tokat ve Sivas illeri, kuzeyinde ise Karadeniz ile çevrilidir. İlin Melet Çayı'nın batısındaki kesimi Orta Karadeniz, doğusundaki kesimi ise Doğu Karadeniz Bölümü içerisinde yer alır. Dağlık bir yapıya sahip olan Ordu ilinin en önemli dağları Canik ve Doğu Karadeniz dağlarıdır. Bu dağların akarsular tarafından kesilmesiyle derin vadiler veya yaylalar meydana gelmiştir. Yağışlı iklim nedeniyle araştırma bölgesinde çok sayıda akarsu ve yeraltı su kaynağı bulunmaktadır.

Araştırma bölgesinde konuyla ilgili önceden yapılmış az sayıda çalışma bulunmaktadır. Mateus ve Mateus (1990) Viyana Doğa Tarihi Müzesi'nde bulunan Anadolu ve İran'dan toplanmış materyalleri inceleyip yayınladıkları raporda Akkuş (Ordu) ilçesinden *Gammarus arduus* türünü rapor etmişlerdir. Özbek (2011) *Gammarus* türlerinin kontrol listesini yayınlamıştır. Bu çalışmada *Gammarus balcanicus* türünün Gürgentepe (Ordu) ilçesinde dağılım gösterdiğinden bahsetmiştir.

Yapılan bu çalışmayla Ordu ilinin tatlısu gammaridea faunası saptanmaya çalışılmış olup; ülkemizin biyoçeşitliliği hakkındaki bilgilere katkıda bulunulması ve ileride konu ile ilgili yapılacak çalışmalara yardımcı olması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Mayıs-Eylül 2014 tarihleri arasında bölgede toplam 84 lokaliteden örnekleme yapılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Örnek toplanan lokaliteler, koordinatları, tarih ve yükseklikleri

No	Lokaliteler	İlçe/Mahalle	Koordinatlar	Yükseklik	Tarih
1	Kılıçlı Deresi	Fatsa, Kılıçlı	41° 00' 02" N 37° 34' 00" E	37 m	09.06.2014
2	Ilıca Deresi	Fatsa, Ilıca	40° 58' 29" N 37° 36' 52" E	79 m	09.06.2014
3	Çeşme Yalağı	Ünye, Gürpınar	41° 04' 43" N 37° 19' 09" E	22 m	12.06.2014
4	Kaynak Suyu	Fatsa, Eskiordu	40° 58' 05" N 37° 25' 21" E	91 m	13.06.2014

5	Çeşme Yalağı	Kumru, Karaağaç	40° 54' 21" N 37° 19' 40" E	330 m	13.06.2014
6	Çeşme Yalağı	Kumru, Gökçeli	40° 54' 36" N 37° 20' 23" E	285 m	13.06.2014
7	Kaynak Suyu	Çatalpınar, Göller	40° 55' 43" N 37° 27' 44" E	276 m	14.06.2014
8	Kara Dere	Çatalpınar, Göller	40° 55' 47" N 37° 27' 48" E	239 m	14.06.2014
9	Dere	Altınordu, Saraycık	40° 55' 57" N 37° 58' 23" E	69 m	28.06.2014
10	Dere	Altınordu, Yukarıtepe	40° 55' 37" N 37° 58' 09" E	76 m	28.06.2014
11	Dere	Altınordu, Topluca	40° 55' 13" N 37° 58' 18" E	70 m	28.06.2014
12	Dere	Altınordu, Zaferköy	40° 55' 10" N 37° 58' 22" E	82 m	28.06.2014
13	Dere	Altınordu, Osmaniye	40° 54' 48" N 37° 58' 47" E	107 m	28.06.2014
14	Dere	Altınordu, Emenköy	40° 56' 11" N 38° 00' 18" E	385 m	28.06.2014
15	Çeşme Yalağı	Çatalpınar, Kayatepe	40° 54' 20" N 37° 28' 05" E	88 m	29.06.2014
16	Dere	Çatalpınar, Akkaya	40° 54' 22" N 37° 28' 05" E	100 m	29.06.2014
17	Dere	Kabataş, Eceli	40° 43' 23" N 37° 25' 39" E	558 m	29.06.2014
18	Sığır Sulama Yalağı	Aybastı, Koyunculu	40° 42' 31" N 37° 25' 01" E	648 m	29.06.2014
19	Dere	Aybastı, Hisarcık	40° 41' 25" N 37° 28' 14" E	1011 m	29.06.2014
20	Dere	Gölköy, Güzelyurt	40° 41' 31" N 37° 29' 59" E	1027 m	29.06.2014
21	Çeşme Yalağı	Gölköy, Alanyurt	40° 40' 30" N 37° 31' 42" E	794 m	29.06.2014
22	Ulugöl	Gölköy, Haruniye	40° 37' 52" N 37° 32' 49" E	1207 m	29.06.2014

Ordu İli (Türkiye) Tatlısu Gammaridea (Crustacea, Amphipoda) Faunası Üzerine Araştırma

23	Dere	Perşembe, Okçulu	41° 05' 14" N 37° 38' 32" E	64 m	10.07.2014
24	Dere	Perşembe, Medreseönü	41° 05' 13" N 37° 38' 12" E	8 m	10.07.2014
25	Dere	Perşembe, Oruçoğlu	41° 05' 26" N 37° 38' 18" E	19 m	10.07.2014
26	Kaynak Suyu	Perşembe, Oruçoğlu	41° 05' 38" N 37° 38' 23" E	15 m	10.07.2014
27	Dere	Perşembe, Sahil	41° 05' 48" N 37° 38' 37" E	2 m	10.07.2014
28	Dere	Perşembe, Asarcık	41° 06' 06" N 37° 38' 55" E	15 m	10.07.2014
29	Dere	Perşembe, Kovanlı	41° 06' 09" N 37° 38' 57" E	13 m	10.07.2014
30	Dere	Perşembe, Çaytepe	41° 07' 24" N 37° 40' 03" E	6 m	10.07.2014
31	Hoynat Deresi	Perşembe, Çaka	41° 06' 52" N 37° 43' 11" E	1 m	10.07.2014
32	Çeşme Yalağı	Ünye, Safutepesi	41° 06' 57" N 37° 09' 33" E	25 m	12.07.2014
33	Dere	Ünye, Aydıntepe	41° 06' 11" N 37° 07' 46" E	59 m	12.07.2014
34	Dere	İkizce, Gençağa Kalesi	41° 03' 58" N 37° 05' 31" E	118 m	12.07.2014
35	Dere	İkizce, Sarıcaerik	41° 01' 56" N 37° 02' 05" E	453 m	12.07.2014
36	Dere	İkizce, Kaynarınar	41° 02' 08" N 37° 01' 49" E	502 m	12.07.2014
37	Çeşme Yalağı	İkizce, Yoğunluk	40° 57' 30" N 36° 57' 01" E	991 m	12.07.2014
38	Dere 1	Akkuş, Yeşilköy	40° 52' 54" N 36° 54' 57" E	1141 m	12.07.2014
39	Dere 2	Akkuş, Yeşilköy	40° 53' 05" N 36° 54' 43" E	1147 m	12.07.2014
40	Dere 1	Akkuş, Halılışağı	40° 53' 23" N 36° 54' 23" E	1081 m	12.07.2014

41	Dere 2	Akkuş, Haliluşağı	40° 53' 27" N 36° 53' 39" E	1002 m	12.07.2014
42	Çeşme Yalağı	Akkuş, Kuzköy	40° 53' 24" N 36° 53' 34" E	996 m	12.07.2014
43	Dere	Akkuş, Kuzköy	40° 53' 19" N 36° 53' 31" E	993 m	12.07.2014
44	Dere	Akkuş, Akpınar	40° 52' 11" N 36° 52' 17" E	898 m	12.07.2014
45	Dere	Akkuş, Örnece	40° 52' 21" N 36° 51' 47" E	945 m	12.07.2014
46	Dere	Akkuş, Çamlıca	40° 50' 35" N 36° 53' 46" E	1166 m	12.07.2014
47	Dere 1	Akkuş, Kemikgeriş	40° 49' 57" N 36° 54' 47" E	967 m	12.07.2014
48	Dere 2	Akkuş, Kemikgeriş	40° 49' 47" N 36° 54' 42" E	963 m	12.07.2014
49	Çeşme Yalağı	Akkuş, Ormancık	40° 48' 13" N 36° 56' 29" E	850 m	12.07.2014
50	Çeşme Yalağı	Fatsa, Kösebucağı	40° 54' 09" N 37° 24' 58" E	456 m	02.08.2014
51	Kaynak Suyu	Korgan, Sarıaliç	40° 47' 33" N 37° 17' 20" E	1103 m	02.08.2014
52	Dere 1	Korgan, Yukarıkozpınar	40° 46' 42" N 37° 16' 28" E	1099 m	02.08.2014
53	Dere 2	Korgan, Yukarıkozpınar	40° 46' 41" N 37° 16' 27" E	1101 m	02.08.2014
54	Dere 1	Korgan, Çitlice	40° 46' 20" N 37° 15' 59" E	1173 m	02.08.2014
55	Dere 2	Korgan, Çitlice	40° 46' 30" N 37° 15' 25" E	1107 m	02.08.2014
56	Dere	Korgan, Belalan	40° 46' 34" N 37° 14' 56" E	1123 m	02.08.2014
57	Çeşme Yalağı	Korgan, Belalan	40° 46' 32" N 37° 14' 54" E	1138 m	02.08.2014
58	Dere	Korgan, Çayırkent	40° 43' 33" N 37° 12' 35" E	1482 m	02.08.2014

59	Çeşme Yalağı	Korgan,	40° 41' 58" N	1525 m	02.08.2014
		Korgan yaylası	37° 12' 56" E		
60	Dere 1	Korgan,	40° 41' 42" N	1467 m	02.08.2014
		Korgan Yaylası	37° 12' 54" E		
61	Dere 2	Korgan,	40° 41' 03" N	1460 m	02.08.2014
		Korgan Yaylası	37° 13' 17" E		
62	Çeşme Yalağı	Korgan,	40° 42' 07" N	1152 m	02.08.2014
		İteniçi Mesire Yeri	37° 14' 22" E		
63	Dere	Korgan,	40° 42' 29" N	1106 m	02.08.2014
		İteniçi Mesire Yeri	37° 14' 42" E		
64	Dere	Korgan, Beypınarı	40° 42' 36" N	1093 m	02.08.2014
			37° 14' 47" E		
65	Dere	Korgan, Tepealan	40° 42' 46" N	1055 m	02.08.2014
			37° 19' 07" E		
66	Kaynak Suyu	Korgan, Tepealan	40° 42' 45" N	1058 m	02.08.2014
			37° 15' 22" E		
67	Çeşme Yalağı	Korgan, Tepealan	40° 43' 12" N	1037 m	02.08.2014
			37° 16' 11" E		
68	Dere	Perşembe, Ramazan	41° 06' 54" N	17 m	10.08.2014
			37° 43' 48" E		
69	Dere	Perşembe, Mersin	41° 07' 04" N	2 m	10.08.2014
			37° 45' 38" E		
70	Dere	Perşembe, Çamburnu	41° 06' 43" N	7 m	10.08.2014
			37° 46' 32" E		
71	Dere	Altınordu, Bayadı	40° 53' 20" N	42 m	10.08.2014
			37° 53' 48" E		
72	Dere	Kabadüz, Esenyurt	40° 52' 37" N	249 m	10.08.2014
			37° 53' 59" E		
73	Dere	Kabadüz, Yokuşdibi	40° 44' 42" N	1320 m	10.08.2014
			37° 56' 12" E		
74	Eminem Pınarı'nın Yalağı	Kabadüz,	40° 43' 36" N	1561 m	10.08.2014
		Yokuşdibi	37° 56' 12" E		
75	Dere 1	Kabadüz, Tunalık	40° 42' 59" N	1671 m	10.08.2014
		Yaylası	37° 55' 49" E		
76	Dere 2	Kabadüz, Tunalık	40° 42' 34" N	1550 m	10.08.2014
		Yaylası	37° 55' 38" E		

77	Dere 3	Kabadüz, Yaylası	Turnalık	40° 42' 41" N 37° 55' 35" E	1529 m	10.08.2014
78	Dere 1	Kabadüz, Yaylası	Çambaşı	40° 41' 07" N 37° 56' 00" E	1440 m	10.08.2014
79	Dere 2	Kabadüz, Yaylası	Çambaşı	40° 39' 05" N 37° 56' 13" E	1716 m	10.08.2014
80	Çaban Bağirtan Çeşmesinin	Kabadüz, Yaylası	Çambaşı	40° 39' 00" N 37° 56' 14" E	1717 m	10.08.2014
81	Çambaşı Göleti Kaynak Suyu	Kabadüz, Yaylası	Çambaşı	40° 38' 30" N 37° 56' 20" E	1722 m	10.08.2014
82	Çambaşı Göleti	Kabadüz, Yaylası	Çambaşı	40° 38' 22" N 37° 56' 30" E	1725 m	10.08.2014
83	Dere	İlküvez, Göksu		40° 52' 32" N 36° 55' 17" E	1129 m	13.09.2014
84	Gaga Gölü	Fatsa, Sefaköy		40° 58' 20" N 37° 30' 11" E	71 m	01.06.2014

Örnekler 100 µ ile 500 µ arası göz açıklığına sahip el kepçeleri ile toplanmıştır. Toplanan örnekler % 4'lük formaldehit içeren kavanozların içine alınarak ilk tespitleri yapılmıştır. Laboratuvar ortamına getirilen örnekler bol su ile yıkanarak formaldehitten arındırılmış ve % 70'lik alkol içeren tüpler içine alınmıştır. Örneklerin tür teşhisinde biyolojik varyasyonları sınırlı olan erkek bireyler kullanılmıştır. Bunun için stereo mikroskop altında cinsiyet ayrımları yapılmıştır. Daha sonra erkek bireylerin; gözler, 1. ve 2. antenler, 1-7 preopodlar, ürosom segmentleri, telson ve üropodlar gibi kısımlarına bakılarak tür teşhisleri yapılmıştır.

Türlerin teşhisinde Karaman (1974; 2012 a-d), Karaman & Pinkster (1977a,b; 1987), Özbek & Balık (2009), Ruffo (1974) ve Sidorov & Kovtun (2015)'dan faydalanılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma alanında Gammaridea alttakımına ait 1663'ü erkek ve 558'i dişi olmak üzere toplam 2221 örnek incelenmiştir. Bu alttakıma ait 3 familya, 3 cins ve 9 tür tespit edilmiştir. Bu türlerin morfolojik özelliklerine göre oluşturulmuş tür tayin anahtarı Çizelge 2'de ve türlerin tespit edildikleri lokaliteler Çizelge 3'de verilmiştir. Ayrıca tespit edilen türlerin taksonomik durumları belirtilmiştir (Çizelge 4.).

Çizelge 2. Gammaridea türlerinin morfolojik özelliklerine göre oluşturulmuş tayin anahtarı

1. a) Ürosom 1-3 pürüzsüz, kıl ve diken bulunmaz.....	2
b) Ürosom 1-3'te kıl ve dikenler bulunur.(Gammaridae).....	3
2. a) Telson tam olarak ayrılmamıştır ortasında V- şekilli yarık bulunur.(Crangonyctidae).....	<i>Synurella osellai</i>
b) Telson neredeyse tamam olarak bölünmüştür.(Niphargidae).....	<i>Niphargus anatolicus</i>
3. a) P3-4'ün posterior kenarında ve Üropod 3'te az sayıda kısa kıl bulunur.(<i>Gammarus balcanicus</i> grubu).....	4
b) P3-4'ün posterior kenarında ve Üropod 3'te çok sayıda uzun kıl bulunur.(<i>Gammarus pulex</i> grubu).....	5
4. a) P7'nin basal segmentinin iç yüzeyinde kıl bulunur.....	<i>Gammarus anatoliensis</i>
b) P7'nin basal segmentinin iç yüzeyinde kıl bulunmaz.....	<i>Gammarus balcanicus</i>
5. a) Metasom segmentinin dorsal yüzeyinde kıl bulunur.....	<i>Gammarus effultus</i>
b) Metasom segmentinin dorsal yüzeyin kıl bulunmaz.....	6
6. a) 1 ve 2. Ürosom segmentlerinin dorsalinde çıkıntı bulunur.....	<i>Gammarus laborifer</i>
b) 1. ve 2. Ürosom segmentlerinin dorsalinde çok hafif çıkıntı bulur ya da bulunmaz.....	7
7. a) A2'nin pedünkül ve flagellum segmentinde çok uzun yoğun kıllar bulunur (buldukları segmentin çapının üç katı kadar uzun olabilir).....	<i>Gammarus komareki</i>
b) A2'nin pedünkül ve flagellum segmentinde uzun kıllar bulunmaz.....	8
8. a) P5-7'nin antreior kenarında kıl bulunmaz.....	<i>Gammarus pulex pulex</i>
b) P5-7'nin anterior kenarında uzun kıllar bulunur.....	<i>Gammarus topkarai</i>

Çizelge 3. Tespit edilen türler ve tespit edildikleri lokaliteler

Tespit Edilen Türler	Tespit Edildikleri Lokaliteler
<i>Gammarus anatoliensis</i>	13, 17, 18, 19, 20, 21, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 59 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81 82
<i>Gammarus balcanicus</i>	5, 9, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 71, 72, 73, 74 76, 77, 84
<i>Gammarus effultus</i>	4, 52, 53
<i>Gammarus komareki</i>	1, 2, 15, 16, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 35, 36, 37, 38, 39, 40 41, 43, 44, 49, 83
<i>Gammarus laborifer</i>	22
<i>Gammarus pulex pulex</i>	3, 7, 8, 10, 14, 16, 23, 24, 27, 28, 29, 30, 31, 36, 68, 69 70, 71, 84
<i>Gammarus topkarai</i>	6, 11, 12, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45 46, 47, 48, 49, 83
<i>Synurella osellai</i>	50
<i>Niphargus anaticus</i>	50

Çizelge 4. Taksonomik durum

Phylum	Arthropoda
Subphylum	Crustacea
Classis	Malacostraca
Subclassis	Eumalacostraca
Superordo	Peracarida
Ordo	Amphipoda
Subordo	Gammaridea
Superfamilia	Gammaroidea
Familia	Gammaridae

Genus	<i>Gammarus</i>
	<i>Gammarus anatoliensis</i> Schellenberg, 1937
	<i>Gammarus balcanicus</i> Schäferna, 1922
	<i>Gammarus effultus</i> G. Karaman, 1975
	<i>Gammarus komareki</i> Schäferna, 1922
	<i>Gammarus laborifer</i> G. S. Karaman & Pinkster, 1977
	<i>Gammarus pulex pulex</i> Linnaeus, 1758
	<i>Gammarus topkarai</i> Özbek, 2009
Familia	Crangonyctidae
Genus	<i>Synurella</i>
	<i>Synurella osellai</i> Ruffo, 1974
Familia	Niphargidae
Genus	<i>Niphargus</i>
	<i>Niphargus anatolicus</i> G. S. Karaman, 1950

4. SONUÇLAR

Çalışma alanında en az lokalitede *Gammarus effultus*, *Gammarus laborifer*, *Synurella osellai* ve *Niphargus anatolicus* türlerine rastlanmıştır. *Gammarus anatoliensis*, *Gammarus balcanicus*, *Gammarus komareki*, *Gammarus pulex pulex*, *Gammarus topkarai* ise çalışma alanında en fazla tespit edilen türler olmuştur. *Gammarus anatoliensis* ve *Gammarus balcanicus* türleri sıklıkla aynı lokalitelerde ve diğer türlere istinaden yüksek rakımlı akar sularda tespit edilmişlerdir. Birkaç istisnası hariç 1000 m ve daha yüksek rakımlı sularda tespit edilmişlerdir. Bu türlerin kirliliğin daha az olduğu ve kaynağa daha yakın olan akarsuları tercih ettikleri düşünülmektedir. Bu iki türün yüksek rakımlı lokalitelerde tespit edilmesinin bir diğer sebebi ise *Gammarus komareki*, *Gammarus pulex pulex* ve *Gammarus topkarai* türleri ile rekabet edemedikleri bu nedenle bu türlerin yaşayamadıkları yüksekliklere çıktıkları sanılmaktadır. *Gammarus pulex pulex* türü 500 m rakıma kadar olan lokalitelerde, *Gammarus topkarai* türü genellikle 500-1000 m rakıma sahip lokalitelerde tespit edilmişlerdir. *Gammarus komareki* türü ise 1000 m rakıma kadar olan lokalitelerde yüksekliğe bağlı olarak

Gammarus pulex pulex veya *Gammarus topkarai* türü ile aynı lokalitelerde tespit edilmişlerdir.

Ayrıca Akkuş ilçesinde örnekleme yaptığımız lokalitelerde Mateus ve Mateus (1990)'un rapor ettiği *Gammarus arduus* türüne rastlanmamıştır.

KAYNAKLAR

- Karaman G.S (1974). 58. Contribution to the Knowledge of the Amphipoda. Genus *Synurella* Wrzes. in Yugoslavia with remarks on its all World known species, their synonymy, bibliography and distribution (fam. Gammaridae). *Poljoprivreda i Šumarstvo* 20(2-3): 83-133
- Karaman G.S & Pinkster S (1977 a). Freshwater Gammarus species from Europe, North Africa and adjacent regions of Asia (Crustacea-Amphipoda). Part I. Gammarus pulex-group and related species. *Bijdragen Tot De Dierkunde* 47(1): 97
- Karaman G.S & Pinkster S (1977 b). Freshwater Gammarus Species From Europe, North Africa and Adjacent Regions of Asia (Crustacea - Amphipoda). Part II Gammarus Roeseli – Group and Related Species, *Bijdragen Tot De Dierkunde* 47(2):31
- Karaman G. S & Pinkster S (1987). Freshwater Gammarus Species From Europe, North Africa and Adjacent Regions of Asia (Crustacea - Amphipoda), Part III Gammarus Balcanicus – Group and Related Species, *Bijdragen Tot De Dierkunde* 57(2): 53
- Karaman G.S (2012 a). New Studies On The Subterranean Fauna Of Turkey (Contribution To The Knowledge Of The Amphipoda 258). *Natura Montenegrina* 11(1): 35-52
- Karaman G.S (2012 b). New Studies On The Subterranean Fauna Of Turkey (Contribution To The Knowledge Of The Amphipoda 258). *Natura Montenegrina* 11(1): 53-71
- Karaman G.S (2012 c). New Species *Niphargus religiosus*, sp. n. (Fam. Niphargidae), With Remarks To *Amathillina cristata* G.O. sars, 1894 (Fam. Gammaridae) in Turkey. *Agriculture & Forestry* 53(07) (1-4): 49-76
- Karaman G.S (2012 d). Further Studies On Genus *Niphargus* Schiödte, 1849 (Fam. Niphargidae) From The Near East (Contribution To The Knowledge Of The Amphipoda 260). *Agriculture & Forestry* 55(09) (1-4): 49-74
- Mateus A & Mateus E (1990). Etude d'une collection d'amphipodes spécialement du sud-ouest asiatique - du Muséum d'Histoire Naturelle de Vienne (Autriche). *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien* 91 B: 273-331
- Özbek M (2011). An overview of the *Gammarus* Fabricus (Gammaridae: Amphipoda) species of Turkey, with an updated checklist. *Zoology in the Middle East* 53: 71–78
- Özbek M & Balık S (2009). A new freshwater amphipod species, *Gammarus topkarai* sp. nov., from Turkey (Amphipoda: Gammaridae), with a key for Turkish freshwater *Gammarus* species. *Zootaxa* 2073: 45–56

- Ruffo S (1974). II genere *Synurella* Wrzesn. in Anatolia, descrizione di una nuova specie e considerazionisu *Lyurella* hircana Dersh. (Crustacea Amphipoda, Gammaridae). *Memorie Del Museo Civico Di Storia Naturale Di Verona* 1(20): 389-404
- Sidorov D.A & Kovtun O.A (2015). *Synurella odessana* sp. n. (Crustacea, Amphipoda, Crangonyctidae), first report of a subterranean amphipod from the catacombs of Odessa and its zoogeographic importance. *Subterranean Biology* 15: 11–27

Hodgkin-Huxley Sinir Hücresi Modelinin Doğru, Altaernatif ve Rastlantısal Akım Uyarılarına Tepkisinin İncelenmesi

Ahmet TURAN^{1*}, Temel KAYIKÇIOĞLU²

¹Ordu Üniversitesi, TBMYO, Elektronik Bölümü, Ordu, TÜRKİYE

²KTÜ, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Trabzon, TÜRKİYE

Özet

Son yıllarda özellikle beyinde bulunan sinir hücrelerinin yapısı, davranışları, bağlantıları ve bellek yapısı üzerinde çalışılmaktadır. Sinir hücrelerinin davranışlarını anlamak için canlılar üzerinde çok çeşitli biyolojik deneyler yapılmaktadır. Ayrıca bu deneyleri tekrarlamak yerine elde edilen verilerden faydalanarak matematiksel modeller kurulmaktadır. Bu modellerle oluşturulan bilgisayar yazılımları yapılan uyarım denemelerine gerçek hücrelere benzer davranışlar göstermektedir. Bu çalışmada biyolojik sinir hücrelerine uygulanan farklı uyarımlar sonucunda gösterdikleri davranışlar değerlendirilmiştir. Sinir hücrelerini modellemek için Hodgkin-Huxley model kullanılmıştır (Bower & Beeman 1998; Izhikevic 2007). Bir sinir hücresi soma, akson, dentrit bölümlerinden oluşur. Bu çalışmada hücre bölmeli modelleme metoduyla, basit olması açısından somanın tek bölmesi şeklinde modellenmiştir (Dayan & Abbott 2002). Oluşturulan matlab simülasyon yazılımı çok bölmeli modellemeye uygundur. Hücreye Doğru akım, Sinüzoidal ve Rastlantısal bir akım uygulanarak hücre zarı voltajındaki etkisi gözlenmiştir.

Bu çalışmanın; bir hücrenin hangi aralıklarda bu tip uyarımlara cevap vereceği, uyarılmayacağı ve cevap vermeyeceğini belirlemek için deneysel çalışmalara yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Model; Sinir hüresi; Akım; Zar gerilim; Uyarım; Cevap

Investigation of Hodgkin-Huxley Neuron Model Response to Direct, Alternative and Random Current Stimulation

Abstract

In recent years, studies have been carried out especially on the structures of nerve cells in the brain as well as their behaviors, connections, and relations memory structures. To understand nerve cell behaviors various biological experiments on living beings have been done. Besides, mathematical models are established by using obtained data instead of repeating these experiments. Computer programs written with these models exhibit similar behaviours to that of biological nerve cells. In this study, after different stimulations that are applied to biological nerve cells, behaviors exhibited by these cells are evaluated. Hodgkin-Huxley model is used for modeling a nerve cell (Bower & Beeman 1998; Izhikevic 2007). A nerve cell consists of soma, akson, and dentrit sections. In this study, a cell is modeled as a single-partitional of soma for simplicity with partitional modeling method (Dayan & Abbott 2002). The written Matlab simulation program is suitable to multi-partitional modeling. The effects of currents on

the voltage of cell membrane are observed by applying direct, sinusoidal, and random currents to a cell.

This study is considered to be helpful for the experimental studies to figure out in what intervals cell may actually respond, can not be stimulated, and it do not respond for this kind of stimulations.

Keywords: Model; Nerve Cell; Current; Membrane Voltage, Stimulation; Response

*aturan@odu.edu.tr

1. GİRİŞ

Yapılan bir çok çalışmada sinir hücrelerine DC akımlar uygulanmaktadır (Li 2008). Örneğin nöronların kodlama ve dekodlama mekanizmalarının anlaşılabilmesi amacıyla bir aksiyon potansiyeli dizisi cevabının araştırılması çalışmasında statik bir DC akım hücreye giriş olarak uygulanabilmektedir (Yang et al 2002).

Bazı uygulamalarda ise hücrelere sinüzoidal akımlar uygulanmaktadır. Buna içsel doğal frekanslara sahip olan nonliner olasılıksal sistemlerde ortaya çıkan olasılıksal rezonansın sinir hücrelerindeki yapısını araştırılması örnek verilebilir (Lee et al 1999). Özellikle ritmik uyarılar alan hücrelerin davranışlarını görmek için kullanılmaktadır.

Yine bir çok çalışmada hücrelere olasılıksal girişler uygulanmaktadır. Buna örnek olarak beynin bilgi saklama sürelerinin tespit edilmesi verilebilir. Biyolojik hücre ağlarına rastlantısal akımlar uygulayarak, hücrelerin bu yapılarının uzun veya kısa dönem bellek davranışı gösterip göstermediği araştırılmaktadır (Li 2008).

Biz bu çalışmada tek bölme halinde Hodgkin-Huxley matematiksel modelle modellenmiş bir hücreye çeşitli akımlar uygulayarak, yapılacak çalışmalarda en uygun akım değerlerini; genlik, akım frekansı, rastlantısal akım tepe değeri türünden değerlendirdik. Deneysel çalışmalar için en iyi çalışma değerlerini elde etmeye çalıştık.

2. METARYAL VE YÖNTEM

Hodgkin-Huxley model; sinir hücresinin hücre zarı parçacığının elektriksel özellikleri fikrine dayalıdır. Hücre modellemesinde hücrenin elektriksel modeli kullanılmaktadır. Hücre zarının iki iletken sıvı arasında bir yalıtkan olması durumundan kapasite özelliği

taşıdığı ve çeşitli tipteki iyonların hücre zarını geçtiği ilişkisi kurulmuştur. Hücre zarı hücre iç ve dış iletken sıvısını ayıran bir yalıtkan olduğundan kondansatör olarak modellenmektedir. Hücrelerde bulunan iyon kanalları, iletkenle ifade edilen bir direnç ve iyon iletim eşik gerilimine karşılık bir gerilim kaynağı ile modellenmektedir. Ayrıca diğer hücrelerden veya dış kaynaktan gelen uyarılar da bir akım kaynağı olarak modellenmektedir. İyonik akımlar üç belirgin bileşenden oluşur; sodyum akımı I_{Na} , potasyum akımı I_K ve sızıntı akımı I_L (Bower & Beeman 1998). Bu akımların oluşturduğu Hodgkin-Huxley elektriksel model Şekil 1’de gösterilmiştir.

Şekil 1’deki devrenin çözümü eşitlik 1’de, bir diferansiyel denklem şeklindeki ifadeyle tanımlanabilir.

$$C_m \frac{dV_m}{dt} + I_{ion} = I_{inject} \quad (1)$$

Burada C_m ; hücre zarı kapasitansı, V_m ; hücre zarı gerilimi, I_{ion} ; hücre zarından geçen net iyonik akım, I_{inject} ; dışarıdan uygulanan akımdır. Şekil 1’deki devreden toplam iyonik akım eşitlik 2’de biraz daha açılarak ifade edilmiştir.

$$I_{ion} = G_{Na}(V_m - E_{Na}) + G_K(V_m - E_K) + G_L(V_m - E_L) \quad (2)$$

$$C_m \frac{dV_m}{dt} = I_{inject} - (G_{Na}(V_m - E_{Na}) + G_K(V_m - E_K) + G_L(V_m - E_L)) \quad (3)$$

G_{Na} , G_K , G_L , sırasıyla sodyum, potasyum ve sızıntı iyonik akımlarının geçtiği iyon kanallarının iletkenlik değerleridir (Gerstner & Kistler). Bu değerler; iyon kanallarında bulunan aktivasyon ve in-aktivasyon kapılarının zar gerilimine ve iyon çözünürlüğüne bağlı olarak rastlantısal hareket eden doğrusal olmayan değerdedirler. Yani bu iletkenlikler zar geriliminin bir fonksiyonuyla değişkendir. Oluşturulan bilgisayar yazılımı ile eşitlik 3’ün sayısal diferansiyel denklem çözümü yapılmıştır. Her zaman adımı için eşitlik 3’deki V_m başta olmak üzere bu değişken değerler hesaplanmaktadır (Bower & Beeman 1998). E_{Na} , E_K , E_L sırasıyla, sodyum, potasyum ve sızıntı iyonik akımlarının zardaki net iyonik akımın sıfır olduğu durumdaki dinlenme gerilim değerleridir (Kandel at all 2000). Bu değerler iyon çözünürlüğüne bağlı değişseler de biz bu çalışmada simülasyon süresi açısından genel kabul görülen statik eşik gerilim değerlerini kullanmayı tercih ettik (Weiss 1997). Hücre zarı gerilimi değişiminden

hücre içi ve dışı arasındaki hücre zarı üzerinde bulunan iyon kanallarından iyon geçişi aksiyon potansiyelleri üretir (Jackson 2006; Tringle et al 2006).

Hücre modeli oluşturmak için; Eşitlik 3’de görülen diferansiyel denklem, barındırdığı doğrusal olmayan parametreleri de içeren bir Matlab yazılımıyla simüle edilmiştir. Modele; Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4’de görülen akımların çeşitli parametreleri değiştirilerek (genlik, frekans, uygulama süresi) eşitlik 3’deki I_{inject} şeklinde uygulanması sonucunda hücre zarında oluşan aksiyon potansiyelleri gözlemlenmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 Sinir Hücresi Modeline Doğrusal Akım Uygulaması

Doğrusal akım uygulamalarında akımın genliği artırıldığında hücrenin ürettiği aksiyon potansiyeli sayısının (frekans) artışı gözlenmiştir. DC akımlar altında sistemler periyodik aksiyon potansiyelleri üretimine eğilimlidir (Arcas & Fairhall 2003; Yang et al. 2002). Hücre dışarıdan bir uyarı aldığı zaman hücre zarı gerilimi aksiyon potansiyeli üretmek +20mV civarlarında bir değer alır (Malmivuo & Plonse 1995).

Yapılan bu çalışmada modele farklı genliklerde DC akımlar uygulanarak hücre zarında görülen aksiyon potansiyeli hesaplanmıştır. Elde edilen bulgular Çizelge 1 ve Şekil 5-10 da gösterilmiştir. Yapılan çalışmalarda hücrelere çeşitli akımlar uygulanmakta sonuçlar değerlendirilmektedir. Bu çalışmada gayemiz, yapılan çalışmalarda uygulanan doğru akım genlik değerlerinin hangilerinin faydalı çıkışlar verdiğini ortaya koymaktır. Bu nedenle özellikle aksiyon potansiyeli üreten genlik alt ve üst değerleri elde edilmeye çalışılmıştır. Böylece en verimli akım uygulama aralığının çizelge-1 de görüldüğü gibi 7-30 μ A olduğu elde edilmiştir.

3.2 Sinir Hücresi Modeline Rastlantısal Akım Uygulaması

Rastlantısal akım uygulamalarında, Şekil 2’de görüldüğü gibi akımın aktif bölgesinde, her zaman adımında, akım değeri 0-maksimum akım değeri arasında rastlantısal bir değer alır (Li 2008; Lee). Bu akım uygulamasında hücrenin dışarıdan aldığı uyarıların toplamsallığı modellenmiştir. Bu çalışmada uygulanan rastlantısal akım; Şekil 3’de

görüldüğü gibi 20 ms'ye kadar sıfır, 20-100ms arasında, farklı maksimum genlik değerlerinde (0-maksimum değer arasında, her zaman adımı için rastlantısal olacak şekilde) ve 100-300 ms arasında yine sıfır değerlerini alır.

Bu akım uygulamasında; akım, her zaman diliminde değişken olacağından, aksiyon potansiyellerinin oluşma zaman ve genlikleri değişken olacaktır. Bunu göstermek için hücreye bu tür akım uygulaması 10 kez ve her denemenin her zaman diliminde Şekil 3'deki formatta rastlantısal uygulanmıştır. Denemelerin her birisi için oluşan aksiyon potansiyellerinin tepe değerlerinin oluşum zaman değerleri Şekil 11'de görüldüğü gibi aynı değildir. Ayrıca maksimum değeri farklı çeşitli akım uygulamaları için elde edilen hücre zarı aksiyon potansiyelleri Şekil 12-18'de gösterilmiştir. Çizelge 2'de bu tür akım uygulamalarında en uygun genlik aralığı 12-50 μ A olarak tespit edilmiştir.

3.3 Sinir Hücresi Modeline Sinüzoidal Akım Uygulaması

Diğer bir çalışma Sinüzoidal akım uygulamasıdır. Bu uygulamada akımın genliği ve frekans değerlerine karşılık hücre zarının cevabı incelenmiştir.

Bazı uygulamalarda modellere sinüzoidal akımlar uygulanmaktadır (Lee at all 1999). Burada amaç hücreye belli ritim ve frekanslarda gelen akım uyarılarının toplamsallığı sonucu hücrede oluşan etkiyi gözlemlemektir. Bu çalışmalarda değerlendirmelere ışık tutmak amacıyla sinüzoidal akımın genlik ve frekansının tek hücre uygulamalarında nasıl bir etkiye sebep olduğu araştırılmıştır. Bu maksatla yaptığımız bir çok denemenin ortak özellikli olanları Çizelge 3'de bir araya getirilmiştir. Böylece hücreye uygulanan akım sonucunda oluşan aksiyon potansiyellerinin şekilleri dikkate alınarak, bir sınıflandırma yapılmıştır. Bazı akım uygulamaları sonucu hücre zarında oluşan etki Şekil 19-23'de üretilen çeşitli aksiyon potansiyeli örnekleri ile gösterilmiştir.

4. SONUÇLAR

DC akım uygulama sonuçları; Çizelge 1 ve Şekil 5-10 incelendiğinde modelin en uygun DC akım çalışma aralığının 7 μ A ile 30 μ A aralığında olduğu ortaya konulmuştur. 7 μ A'den daha düşük akımlarda hücre ya hiç aksiyon potansiyeli üretmemekte ya da çok düşük frekanslarda üretmektedir. 30 μ A üzeri akımlarda ise bir başka hücreyi uyardırmaya yetmeyen, depolarizasyon (hücre zarı gerilim değerinin dinlenme durumundan artı değerlere yükselmesi) genliği düşük sinyaller

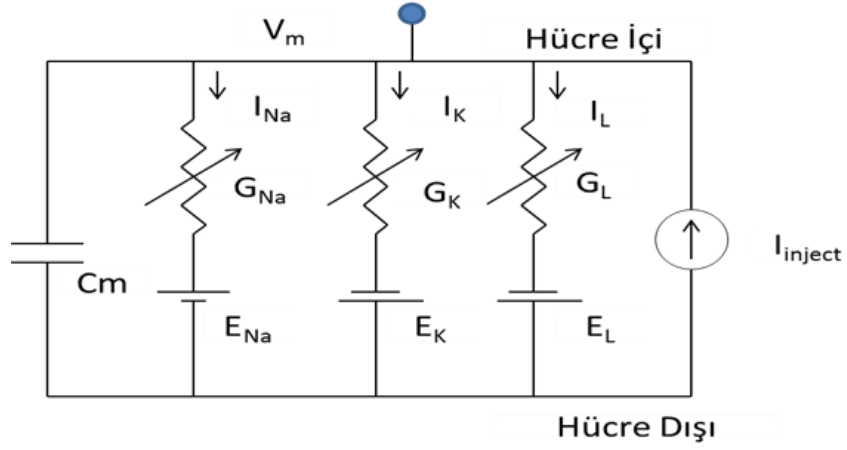
üretilmektedir. Biz bu çalışmada bir sinyalin aksiyon potansiyeli sayılabilmesi için minimum genlik eğik değerini çalışmalarda kabul gören +20mV olarak kabul ettik.

Rastlantısal akım uygulama sonuçları; izelge 2'den görüleceği gibi çalışma aralığı olarak 12-50 μ A akımları arasında bir maksimum akım seçiminin uygun olacağı gözlemlenmiştir. Daha düşük genlikli akımlarda aksiyon potansiyeli frekansı çok düşmektedir. Daha yüksek genlikli akımlarda ise frekans artarken uyarıcı olma özelliğini kaybedecek derecede genlik kaybına uğramaktadır. Bu durum Şekil 12-18'de gözlemlenmiştir.

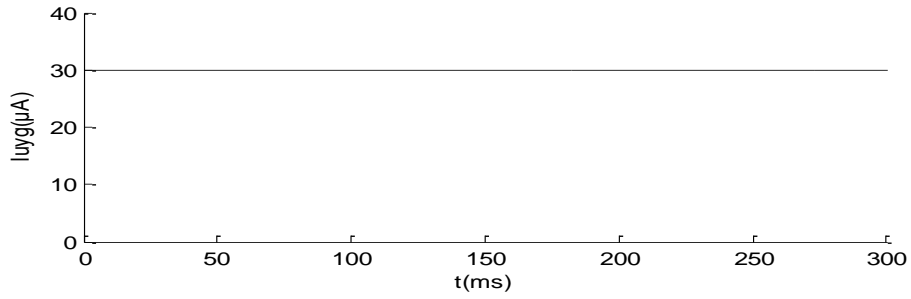
AC akım uygulama sonuçları; izelge 3'de hücreye uygulanan akımın genliği ve frekansının değişik değerlerine karşılık üretilen aksiyon potansiyeli Şekil benzerlikleri dikkate alınarak kodlanmıştır. Örneğin '30Hz,3 μ A', '70Hz,12 μ A', vb. akım uygulamaları Şekil olarak benzer olduklarından A1 ile kodlanarak yazılmıştır. Bu Şekilde tüm deneylerin sonuçları sınıflandırılarak izelge 3'de gösterilmiştir. Çizelgedeki kodlar aşağıdaki Şekildedir.

A1; Uygulanan akımın her bir periyodunda bir aksiyon potansiyeli üretenler. **A2;** Uygulanan akımın her bir periyodunda bir aksiyon potansiyeli üreten fakat aksiyon potansiyellerinde hiperpolarizasyon (zar geriliminin dinlenme geriliminden çok negatif olması) biraz daha fazla olanlar. **A3;**Uygulanan akımın her bir periyodunda bir aksiyon potansiyeli üreten fakat aksiyon potansiyellerinde hiperpolarizasyon oldukça fazla olanlar. **A4;**Periyodik bir aksiyon potansiyeli özelliği taşımayanlar.

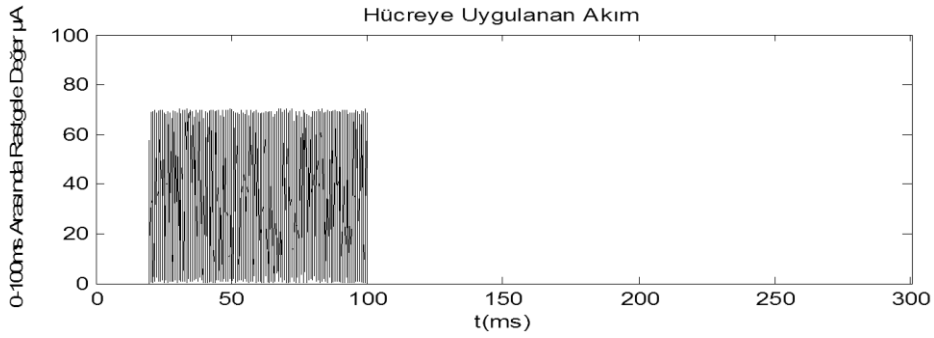
Çizelge 3'den görüldüğü gibi eğer uygulanan AC sinyalin her periyodunun artı kısmında bir aksiyon potansiyeli alınmak isteniyorsa; A1,A2,A3 kodlu akım uygulaması uygun olacaktır. Diğer tüm uygulamalar için detay izelge 3'den gözlemlenebilir. En uygun akım uygulama değerleri A1 ile belirtilen genlik ve frekansa sahip kısımlar olarak tespit edilmiştir. Şekil 19-23'de üretilen çeşitli aksiyon potansiyeli örnekleri gösterilmiştir.



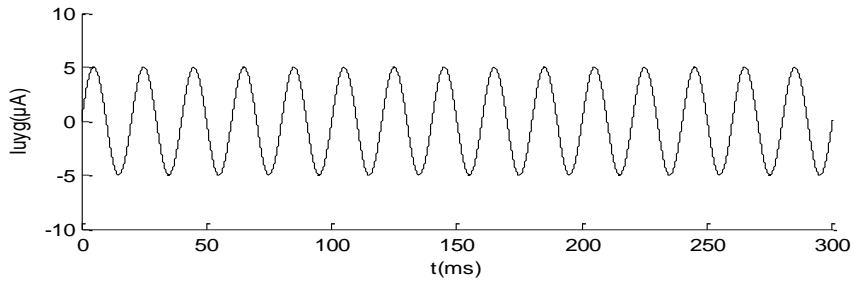
Şekil 1: Hodgkin-Huxley tarafından mürekkep balığı aksonu için önerilen eşdeğer elektriksel devre. Değişken dirençler gerilim bağımlı iletkenlikler şeklinde düzenlenmiştir (Bower & Beeman 1998; Izhikevic 2007)



Şekil 2: DC analizler için modele uygulanan akım



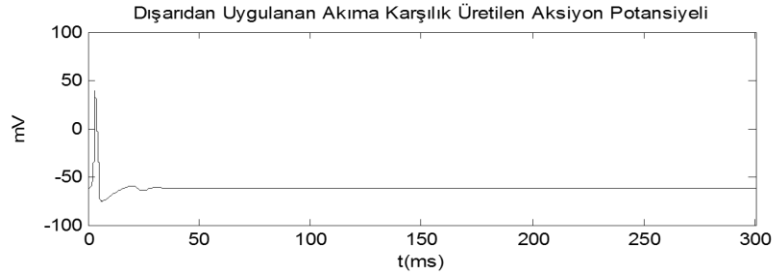
Şekil 3: Rastlantısal analizler için modele uygulanan akım



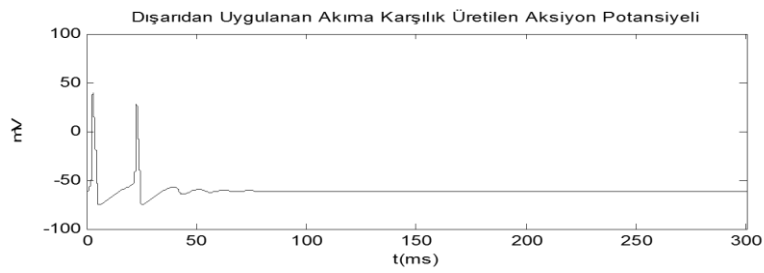
Şekil 4: AC analizler için modele uygulanan akım

Çizelge 1: Tek Hücrede DC Akım Genliğine Bağlı Aksiyon Potansiyeli Değişimi

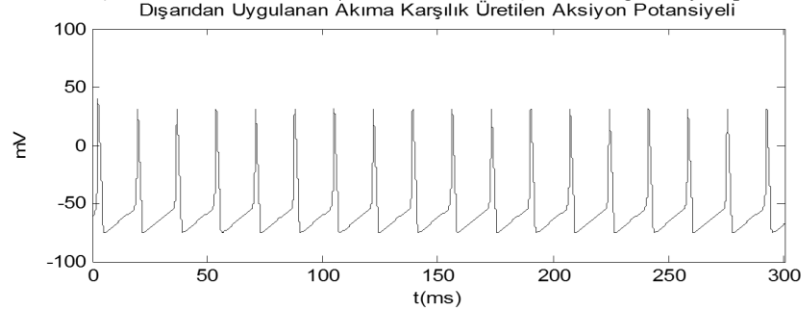
Uygulanan Akım (μA)	Aksiyon Potansiyelinin		
	Sayısı	Frekansı (Hz)	En Düşük Genlik(mV)
2	—	—	—
3	1	3,33333333	39,51
4	1	3,33333333	39,51
5	1	3,33333333	39,51
6	2	6,66666667	28,89
7	18	60	31,85
8	19	63,33333333	31,98
9	20	66,66666667	31,78
10	21	70	31,05
20	26	86,66666667	26,69
30	30	100	20,2
40	33	110	14,57
50	36	120	8,36
60	38	126,66666667	2,3
70	40	133,33333333	-3,05
80	42	140	-8,9
90	43	143,33333333	-14,2
100	45	150	-20,11



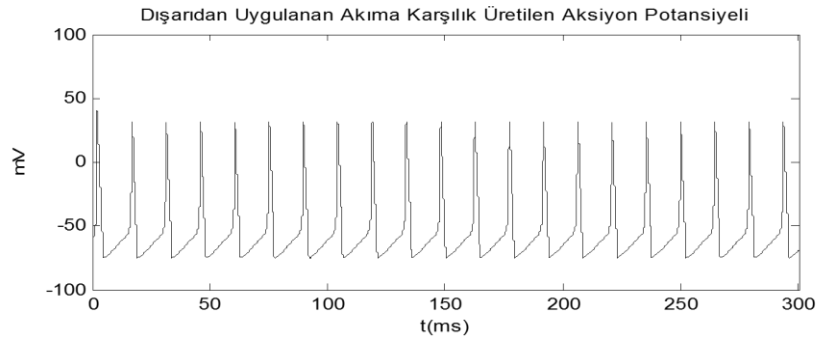
Şekil 5: Şekil 1'deki modelin 5 μA DC akıma karşılık ürettiği aksiyon potansiyelleri



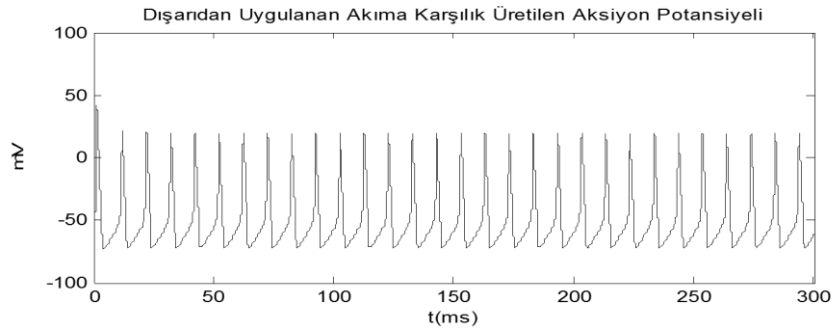
Şekil 6: Şekil 1'deki modelin 6 μA DC akıma karşılık ürettiği aksiyon potansiyelleri



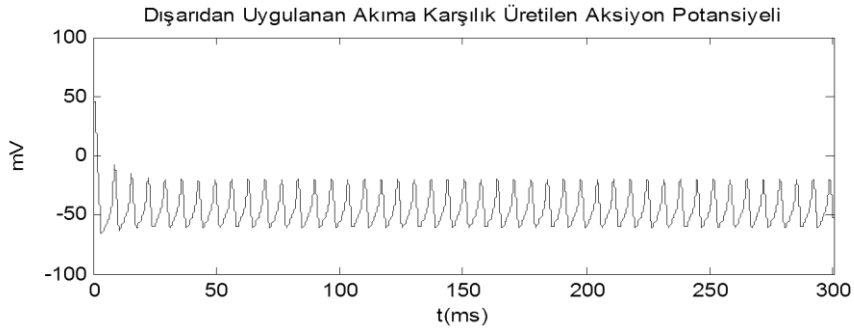
Şekil 7: Şekil 1'deki modelin 7 μA DC akıma karşılık ürettiği aksiyon potansiyelleridir



Şekil 8: Şekil 1'deki modelin 10 µA DC akıma karşılık ürettiği aksiyon potansiyelleri



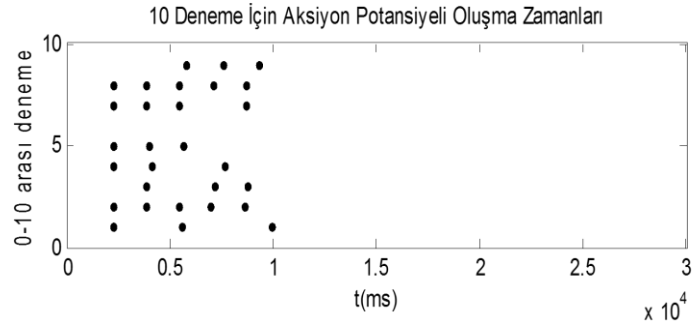
Şekil 9: Şekil 1'deki modelin 30 µA DC akıma karşılık ürettiği aksiyon potansiyelleri



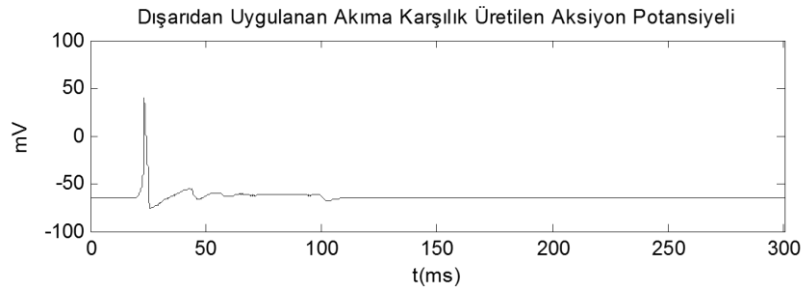
Şekil 10: Şekil 1'deki modelin 100 µA DC akıma karşılık ürettiği aksiyon potansiyelleri

Çizelge 2: Tek Hücrede Rastlantısal Akım Genliğine Bağlı Aksiyon Potansiyeli Değişimi

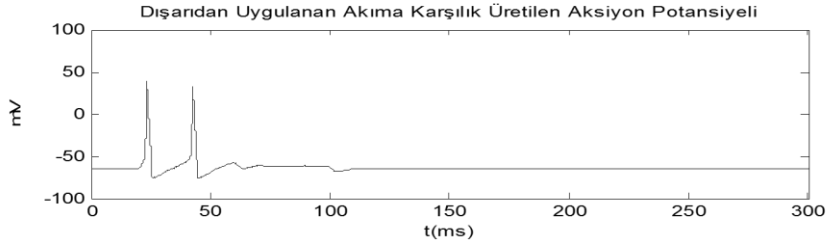
Uygulanan Akım (μA)	Aksiyon Potansiyelin	
	Sayısı	En Düşük Genlik(mV)
4	—	—
5	1	37,06
6	1	38,19
7	1	37,67
8	1	38,81
9	1	38,87
10	1_2	32,05
11	1_2	28,76
12	1_5	31,11
13	1_5	31,84
14	3_5	31,4
15	5	30,62
20	6	30,65
30	7	28,94
40	7_8	24,9
50	8	23,77
60	8	19,1
70	9	16,76
80	9	13,35
90	9_10	9,33
100	10	8,14



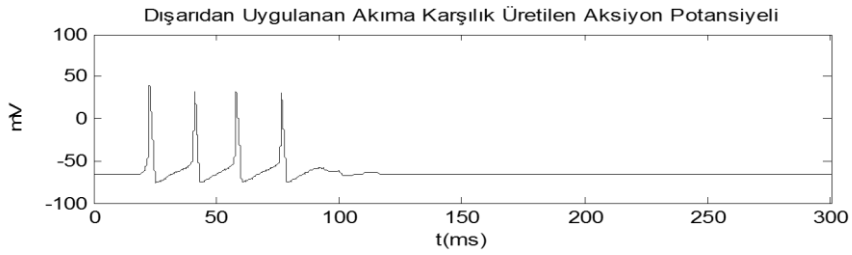
Şekil 11: En büyük değer $14\mu\text{A}$ olacak şekilde $0-14\mu\text{A}$ arasında akım uygulayarak, 10 deneme sonunda aksiyon potansiyel oluşum zamanları



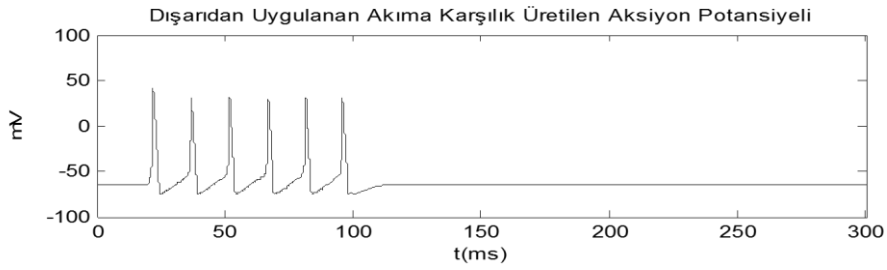
Şekil 12: Hücreye, Şekil 3’de görülen akım formatında 8 μA akım uygulandığında hücre zarında üretilen aksiyon potansiyelleri



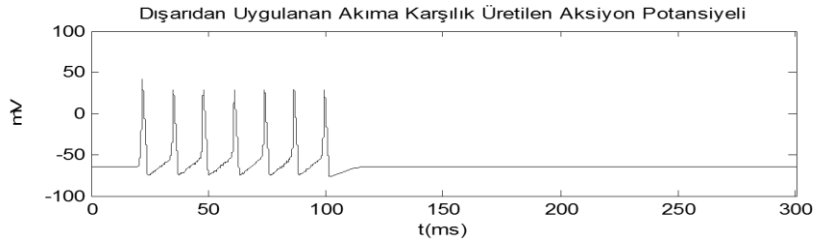
Şekil 13: Hücreye, Şekil 3’de görülen akım formatında 10 μA akım uygulandığında hücre zarında üretilen aksiyon potansiyelleri



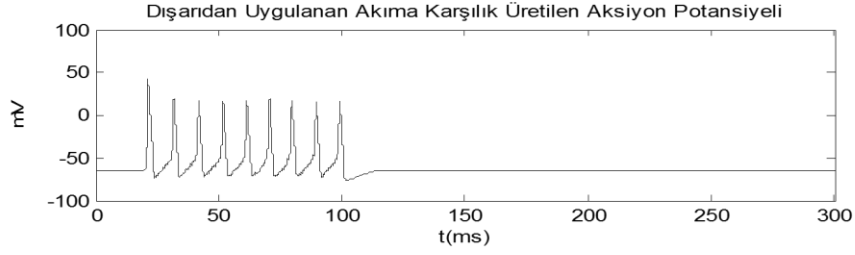
Şekil 14: Hücreye, Şekil 3’de görülen akım formatında 12 μA akım uygulandığında hücre zarında üretilen aksiyon potansiyelleri



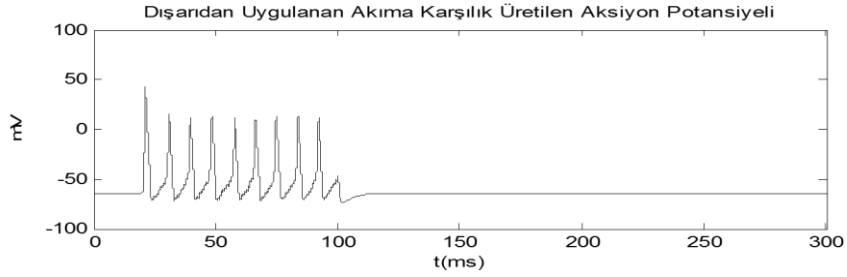
Şekil 15: Hücreye, Şekil 3’de görülen akım formatında 20 μA akım uygulandığında hücre zarında üretilen aksiyon potansiyelleri



Şekil 16: Hücreye, Şekil 3’de görülen akım formatında 30 μA akım uygulandığında hücre zarında üretilen aksiyon potansiyelleri



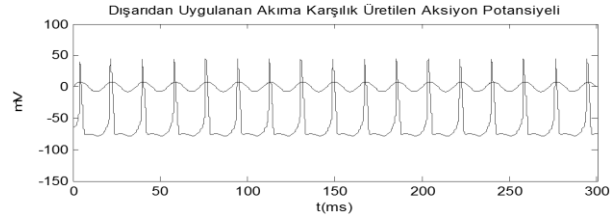
Şekil 17: Hücreye, Şekil 3’de görülen akım formatında 70 µA akım uygulandığında hücre zarında üretilen aksiyon potansiyelleri



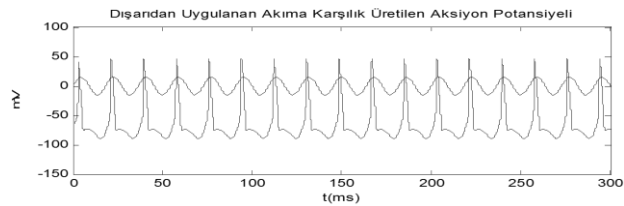
Şekil 18: Hücreye, Şekil 3’de görülen akım formatında 90 µA akım uygulandığında hücre zarında üretilen aksiyon potansiyelleri

Çizelge 3. Farklı genlik ve frekanslarda akımların ürettiği aksiyon potansiyeli türlerini kodlandırarak gösterdik

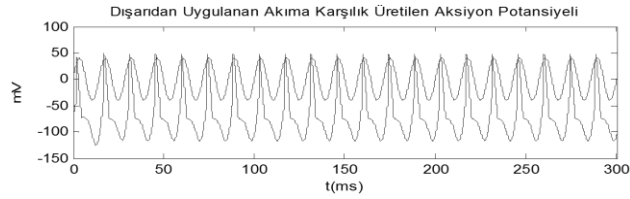
Frekans	Uygulanan Akım (µA)										
	2	5	9	10	13	15	20	25	30	50	90
10Hz	A0	A0	A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4
20Hz	A0	A1	A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4
30Hz	A0	A1	A1	A2	A2	A2	A3	A3	A3	A4	A4
40Hz	A4	A1	A1	A2	A2	A2	A3	A3	A3	A4	A4
45Hz	A4	A1	A1	A1	A2	A2	A2	A3	A3	A4	A4
50Hz	A4	A1	A1	A1	A2	A2	A2	A3	A3	A4	A4
55Hz	A4	A1	A1	A1	A2	A2	A2	A3	A3	A4	A4
60Hz	A4	A1	A1	A1	A2	A2	A2	A2	A3	A4	A4
65Hz	A4	A1	A1	A1	A2	A2	A2	A2	A3	A4	A4
70Hz	A4	A4	A1	A1	A2	A2	A2	A2	A3	A4	A4
75Hz	A4	A4	A1	A1	A1	A2	A2	A2	A3	A3	A4
80Hz	A4	A4	A1	A1	A1	A1	A2	A2	A3	A3	A4
90Hz	A4	A4	A4	A4	A1	A1	A1	A2	A2	A3	A4
100Hz	A0	A4	A4	A4	A4	A4	A1	A1	A1	A3	A3
200Hz	A0	A0	A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4



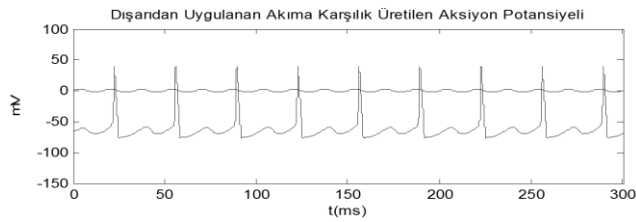
Şekil 19: Hücreye 50Hz,10µA akım uygulandığında elde edilen aksiyon potansiyelleri. Şekillerde uygulanan akım da gözükmemektedir



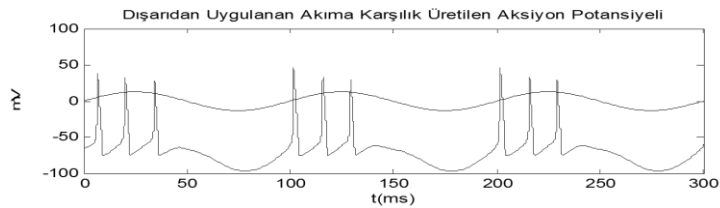
Şekil 20: Hücreye 55Hz,15µA akım uygulandığında elde edilen aksiyon potansiyelleri. Şekillerde uygulanan akım da gözükmemektedir



Şekil 21: Hücreye 70Hz,30µA akım uygulandığında elde edilen aksiyon potansiyelleri. Şekillerde uygulanan akım da gözükmemektedir



Şekil 22: Hücreye 60Hz,2µA akım uygulandığında elde edilen aksiyon potansiyelleri. Şekillerde uygulanan akım da gözükmemektedir



Şekil 23: Hücreye 10Hz,1µA akım uygulandığında elde edilen aksiyon potansiyelleri. Şekillerde uygulanan akım da gözükmemektedir

5.KAYNAKLAR

- Bower J.M. & Beeman D. (1998). The Book of GENESIS Second edition. *Springer-Verlag, New York*
- Li C. (2008). Functions of neuronal network motifs. *physical review E* **78**(3 PT 2):037101
- Yang H., Zhao F., Zhuo Y., Wu X. & Li Z. (2002). Dynamical characteristics of a Hodgkin-Huxley neuron. *Physics Department, Hebei University of Technology, Tianjin 300130.*
- Lee S, Lee G. & Kim S. (1999). Parameter dependence of stochastic resonance in the stochastic Hodgkin-Huxley neuron. *Brain Research Center and Nonlinear and Complex Systems Laboratory, Department of Physics and Mathematics,* **60**(1):826-30.
- Arcas B.A., Fairhall A. (2003). Computation in a Single Neuron: Hodgkin and Huxley Revisited. *Massachusetts Institute of Technology Neural Computation* **15**, 1715–1749
- Malmivuo J., Plonse R. (1995). Bioelectromagnetism, Principles and Applications of Bioelectric and Biomagnetic. *New York Oxford univercity pres.*
- Izhikevich, E.M, *Dynamical Systems in Neuroscience, The MIT Press Cambridge, London, 16-17, 2007.*
- Gerstner, W. ve Kistler, W.M., *Spiking Neuron Models, Cambridge University Press, 2002.*
- Dayan, P. ve Abbott, L.F., *Theoretical Neuroscience, file:///E:/Media_folder/Books/books.pdox.net/Physics/Theoretical_Neuroscience/TOC.htm 6,7, 2002.*
- Triggle, D.J., Gopalakrishnan, M., Rampe, D., ve Zheng,W., *Voltage-Gated Ion Channels as Drug Targets, 2006.*
- Weiss, T.F., *Cellular Biophysics, Massachusetts Institute of Technology, Second Printing, 1997.*
- Jackson, M.B., *Molecular and Cellular Biophysics, University of Wisconsin Medical School Cambridge University Press, 2006.*
- Kandel, E.R., Schwartz, J.H. ve Jessell T.M., *Principles of Neural Science, Fourth Edition, McGraw-Hill, New York, 5-6, 2000.*

Bafra Koşullarında Turfanda Patates (*Solanum tuberosum* L.)' te Dikim Zamanları Ve Yumru Ön Uygulamalarının Verim Ve Verim Kriterlerine Etkisi

Emel KARACA ÖNER^{1*}, Selim AYTAÇ²

¹Ordu Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Özet

Bu araştırma, Bafra koşullarında turfanda patates üretim olanağının belirlenmesi amacıyla 2009-2010 yetiştirme sezonunda, şerit-şerit parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Çalışma, 2 çeşit (Marfona ve Marabel), 4 farklı dikim zamanı (24 Kasım, 2 Şubat, 1 Nisan ve 25 Nisan) ve 3 farklı uygulama (Ön sürgünlendirme, Gibberellik asit ve kontrol) ile yürütülmüştür. Araştırmada, dekara en yüksek yumru verimi (kg/da), üçüncü dikim zamanından elde edilirken, en düşük yumru verimi birinci dikim zamanında belirlenmiştir. Dekara yumru verimi ve büyük yumru (>80 gr) oranının dikim zamanının geciktirilmesi ile arttığı belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, Marabel çeşidinin (2210.3 kg/da) dekara verimleri, Marfona çeşidine (1814.1 kg/da) göre daha yüksek bulunmuştur. Uygulamaların, dekara yumru verimi üzerinde istatistikî bir etkisi belirlenmemiş ancak, ön sürgünlendirme uygulaması dekara yumru veriminde artışa neden olmuştur. Araştırma sonucunda, Bafra koşullarında yumru verimi açısından dikim öncesi ön sürgünlendirme yapılan patates yumrularının Şubat ayında yapılan dikimden tatminkar verim alındığı, kullanılan çeşitlerden Marabel'in daha ön plana çıktığı belirlenmiştir. Ayrıca daha net verilerin elde edilemesi için farklı olum grubunda yer alan çok sayıda çeşitle, değişik lokasyonlarda çalışmanın daha uzun süre ile yürütülmesinin daha yararlı olacağı sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Turfanda patates, Dikim zamanı, Ön sürgünlendirme, Gibberellik asit

The Effect Of Yield And Yield Components Of The Planting Times And Pre-Treatments Tuber In The Early Potato (*Solanum tuberosum* L.) Under Bafra Locations

Abstract

This research was conducted to determine the early grown potato production possibilities at costal belt of Middle Blacksea region in Bafra and Çarşamba locations according to the strip plots experimental design with three replications in 2009-2010. In this study, Marfona (middle early grown) and Marabel (early grown) cultivars were planted at four different dates (24 November, 2 February, 1 April and 25 April) by treating different applications (sprouting, gibberellic acid (GA₃) and control). While the highest potato tuber yield (kg/da) was obtained at the second and third planting dates,

the lowest potato tuber yield was obtained at the first planting date. . It was determined that potato tuber yield per decare and the rate of big tubers (>80 g) were increased with the late planting date. At the end of the research result, it was found that the yields of Marabel cultivar per decare (2210.3 kg/da) was higher than Marfona cultivar (1814,5 kg/da). The applications do not have any statistical effect over the tuber yield per decare, but, the application of sprouting increased the tuber yield per decare. As a result, Bafra conditions in tuber yield before planting in terms of the front sprouting the made potato tubers satisfactory planting done in February efficiency is taken, Marabel is determined to be in the forefront of the varieties used. In addition, a large number of varieties clearer data located in different groups to achieve that availability has yet to be conducted and the results will be useful for longer working in different locations..

Key words: Early potato, Planting time, Sprouting, Gibberellic acid

[*emelkar55@hotmail.com](mailto:emelkar55@hotmail.com)

1. GİRİŞ

Patates (*Solanum tuberosum* L.), çeşitli iklim bölgelerine kolaylıkla uyum sağlayabildiği için dünyanın hemen her yerinde başarıyla yetiştirilmektedir. Besleyici değerinin yüksek olması nedeniyle farklı amaçlarda kullanılmakta ve tüketilmektedir. Diğer ürünlerle kıyaslandığında; birim alanda fazla kuru madde üretimi sağlaması dışında, yumrularının karbonhidrat (nişasta), protein, vitamin ve mineral içeriğinin yüksek olması özelliğiyle binlerce yıldır insanlar için dengeli ve sağlıklı bir beslenme kaynağıdır. Kutuplar dışında yeryüzünün hemen her bölgesinde bilinen, etli ve taze yumrularıyla, dünya nüfusunun beslenmesinde, önemli yeri olan bir çapa ve sanayi bitkisidir.

Türkiye patates üretimi için uygun coğrafik koşullara sahiptir ve hemen hemen bütün illerde yetiştirilmektedir. Ülkemizde patates üretiminin büyük bir kısmı ana ürün olarak yapılmakta, kışları ılık geçen Akdeniz ve Ege bölgelerimizde turfanda üretim amacıyla kışlık dikilmektedir. Aynı zamanda Akdeniz iklim bölgesinde yaz sonu ve sonbahar döneminde ikinci ürün olarak da yetiştirilebilir. Bu nedenle, patates Türkiye’de tüm yıl boyunca yetiştirilebilme imkanına sahiptir (Çalışkan et al 2010). Turfanda patates yetiştiriciliğinin en avantajlı yönü, fazla alternatif bitkinin bulunmadığı kış dönemi

içerisinde, arazinin yüksek gelir getirebilecek bir çapa bitkisi ile doldurulmasıdır (Samancı et al 2003). Böylece, ana ürün patates üretiminden daha erken bir dönemde tüketiciye patates sunulmakta ve yüksek gelir elde edilmekte, erken dönemde üretilen patatesler dış satım potansiyeline sahip olmaktadır (Samancı et al 1998; Arıoğlu et al 2002). Turfanda olarak yetiştirilen patateslerin hasat dönemi olan Nisan ayı ortasından başlayıp Haziran sonuna kadar olan süre Türkiye'nin önemli patates üretim bölgeleri ile Avrupa'nın çok büyük kesiminde patatesin henüz dikilmiş olması nedeniyle, bu pazarlarda patates miktarı azalmakta ve buna bağlı olarak turfanda patatesler yüksek fiyatla alıcı bulabilmektedir.

Buna karşılık, turfanda patates tarımında erkencilik ve don zararından etkilenme en önemli konudur. Patates tarımında erkencilik; erkenci çeşitlerin seçimi, ön çimlendirme, erken dikim ve dikimde iri yumruların kullanılması ile sağlanabilmektedir (Samancı et al 1998). Patates ılıman ve ılıman serin iklim bölgelerinin bitkisi olması nedeniyle (Arıoğlu 2000), dikimden sonraki ve gelişmenin başlangıcındaki düşük sıcaklıklar ve yumru oluşum aşamasındaki yüksek sıcaklıklar büyüme ve yumru oluşumunu etkilemektedir (Çalışkan et al 2004). Patates bitkisinin toprak üstü aksamı $-1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-1.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ' ye, yumru ise $-1.4\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ' ye kadar dayanabilmekte, daha düşük sıcaklıklarda bitki ve yumru zarar görmektedir (Arıoğlu 2000). Bu nedenlerden dolayı turfanda patatesi don tehlikesinden koruyabilmek için dikim zamanının iyi ayarlanması gibi bazı kültürel uygulamalar yararlı olabilmektedir (Çalışkan 1994). Ön sürgünlendirme; hızlı sürgün çıkışı, hızlı büyüme ve homojen ürün oluşumu, tohumluk yumru başına daha fazla sayıda sap oluşmasını sağlayarak tohumluğun daha etkin kullanılmasına yol açmaktadır. Bu nedenle tohumluk yumruların ön sürgünlendirilmesi turfanda patates üretimi için uygun bir yöntem olarak görülmektedir (Çalışkan et al 2004).

Turfanda patates yetiştiriciliği; piyasaya daha erken ürün sürülmesine fırsat vermesinin yanı sıra birim alandan daha yüksek gelir alınmasını sağlamaktadır. Bu bakımdan, kış mevsiminin ılıman geçtiği bölgelerde turfanda patates tarımının yapılması bir avantajdır. Uzun yıllar iklim verileri dikkate alındığında (Meteoroloji 2011b); uygun çeşitler ve yetiştirme tekniklerinin uygulanmasıyla, Samsun ili sahil kesiminde Kasım-Haziran sezonunda turfanda patates tarımının yapılabileceği hipotezi ortaya çıkmıştır. Bu araştırma, Bafra koşullarında turfanda patates üretim olanağının belirlenmesi amacıyla 2009-2010 yetiştirme sezonunda Samsun ili Bafra ilçesinde yürütülmüştür.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Orta Karadeniz Sahil kuşağında turfanda patates üretim olanaklarının araştırılması amacıyla kurulan bu araştırma, sahil kuşağını temsilen Bafra ilçesinde 2009-2010 yetiştirme döneminde yürütülmüştür.

Deneme alanı toprakları, Bafra lokasyonunda, killi tınlı (% 61) yapıda olup, nötr karakterde (pH 7.28), orta düzeyde kireçli (% 4), tuzsuz (% 0,018), çok yüksek fosfor içeriği (18.97 kg/da) ile az miktarda organik madde (% 1.72) içermektedir. Bafra lokasyonunda, denemenin yürütüldüğü aylar içerisinde ortalama sıcaklık değerleri, Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında sırasıyla 6.2 °C, 5.3 °C, 7.1 °C, 8.9 °C, 14.6 °C, 20.2 °C olmuştur. Ortalama sıcaklıklar Mart ayından sonra sürekli bir artış göstermiştir, özellikle Mayıs ayından sonra patatesin yumru gelişimi açısından ihtiyaç duyduğu optimum değerlere çıkmıştır. Hava sıcaklığı Şubat ayında 1 gün (17 Şubat/-1.9 °C) patates için kritik sıcaklık değeri olarak kabul edilen -1.5 °C altına düşmüştür. Ayrıca yine Şubat ayında 6 gün, Mart ayında 2 gün süreyle sıcaklıklar 0 °C' nin altında gerçekleşmiştir. Bafra lokasyonunda, yetiştirme sezonunda, aylık yağış toplamları, Ocak'ta 122.6 mm, Şubat'ta 63.9 mm, Mart'ta 69.9 mm, Nisan'da 62.9 mm, Mayıs'ta 72.1 mm olmuştur. Deneme yılında en az yağış Kasım (7.5 mm) ayında düşmüştür.

Deneme, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre şerit-şerit sistemde üç tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Yatay ana şeritlere çeşitler, dikey ana şeritlere dikim zamanları, alt yatay şeritlere ise uygulamalar yerleştirilmiştir. Dikim 5 m uzunluğunda 4 sıradan oluşan parsellere 0.7 m x 0.3 m mesafede yapılmıştır. Çalışmada materyal olarak kullanılan Marfona (Ç1) ve Marabel (Ç2) patates çeşitleri, Kasım (Z1), Ocak (Z2), Şubat (Z3) ve Mart (Z4) ayı olmak üzere 4 farklı zamanda dikilmiştir. Ayrıca, Ön sürgünlendirme (U1), Gibberellik asit-GA₃ (U2) ve kontrol (U3), ve ile muamele edilmek suretiyle 3 uygulama yapılmıştır. Her dikim esnasında dekara 10 kg saf azot (N) hesabıyla CAN (%26) gübresi verilmiştir. Çıkış sonrası, yabancı ot kontrolü ve boğaz doldurma amacıyla el çapası yapılmıştır. İlk çapadan 15-20 gün sonra dekara 8 kg saf azot (N) hesabıyla amonyum nitrat (%33) uygulanarak boğaz doldurma işlemi tekrarlanmıştır.

Hasat, 5 m uzunluğundaki 4 sıradan oluşan parsellerde ortadaki 2 sıranın başlarından 0.5 m mesafe bırakılarak hasat işlemi gerçekleştirilmiştir. Böylece, 5.6 m²'lik bir alan

hasat edilmiştir. Hasat esnasında, her parselden elde edilen yumrulara; 40 gramın altındaki yumrular belirlenerek tartılmış, parsel verimine oranlanarak küçük (<40 gr) yumruların oranı (%); 40-80 gram arasındaki yumrular belirlenerek tartılmış, parsel verimine oranlanarak orta (40-80 gr) yumruların oranı (%); 80 gramın üzerindeki yumrular belirlenerek tartılmış, parsel verimine oranlanarak büyük (>80 gr) yumruların oranı (%) hesaplanmıştır. Elde edilen parsel veriminden yararlanarak dekara yumru verimi (kg/da) hesaplanmıştır.

Elde edilen veriler MSTAT-C istatistiki paket programı kullanılarak, şerit-şerit parseller deneme desenine uygun olarak varyans analizine tabi tutulmuştur (Gülümser et al 2006). Önem düzeylerini belirlemek için F testi kullanılmış, ortalama değerler arasındaki karşılaştırmalar Duncan testine göre yapılmıştır (Yurtsever, 1984). MSTAT-C paket programına veri girişleri öncesinde 0-40 gr, 40-80 gr ve 80> gr yumruların oranlarına Arcsin y (X + 1) transformasyonu uygulanmıştır. 0-40 gr, 40-80 gr ve 80> gr yumru ağırlıkları Duncan çoklu karşılaştırma testinden sonra veriler orijinal değerlere dönüştürülerek çizelgelere yerleştirilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Küçük (<40 g) Yumru Oranı (%)

Küçük yumru oranına (<40g), dikim zamanlarının, çeşitx zaman interaksyonunun ve çeşitx zamanxuygulama interaksyonunun etkisi önemli bulunmuştur. Marfona çeşidinde küçük yumruların (<40 g) oranı % 11.7, Marabel çeşidinde ise % 14.4 bulunmuştur (Çizelge 1).

Toplam yumru verimi içerisinde, küçük yumru (<40 g) sınıfına ayrılan yumruların oranı, dikim zamanlarından önemli ($p<0.01$) derecede etkilenmiştir. Yetiştirme döneminde, küçük yumru oranı en fazla (% 19.2) birinci dikim zamanında belirlenmiştir. Bunu sırasıyla üçüncü (% 13.4), dördüncü (% 10.3) ve ikinci (% 9.4) dikimler izlemiştir. Küçük yumruların (<40 g) oranı dikim zamanlarına göre değişkenlik göstermiştir (Çizelge 1).

Çeşit x dikim zamanı interaksyonu, küçük yumruların (<40 g) oranını istatistiki olarak etkilemiştir. Küçük yumruların oranı % 23.2 ile Marabel çeşidinde birinci dikim zamanında daha fazla elde edilmiştir. İncelenen özellik bakımından en düşük değer % 8.9 ile Marfona çeşidi ikinci dikim zamanında belirlenmiştir (Çizelge 1). Çalışmada,

çeşitlerin küçük yumruların (<40 g) oranının değişimi üçüncü dikim zamanından sonra farklı olmuştur. Marfona çeşidinde dördüncü dikim zamanında küçük yumruların oranı aynı değerde kalırken, Marabel çeşidinde ise bu oran azalmıştır (Çizelge 1).

Çalışmada, çeşit x zaman x uygulama interaksyonu 40 gramdan küçük yumruların oranını önemli derecede ($p<0.05$) etkilemiştir (Çizelge 1). Ç x Z x U interaksyonunda 40 gramdan küçük yumruların oranı, % 7 (Ç2Z4U1)- % 33.7 (Ç2Z1U2) arasında belirlenmiştir (Çizelge 1).

3.2. Orta (40-80 g) Yumru Oranı (%)

Orta yumru (40-80 g) oranına, çeşitlerin, dikim zamanlarının ve uygulamaların etkisi istatistiki anlamda önemli bulunmuştur. Marfona çeşidinde 40-80 g arasındaki yumru oranı % 36.4, Marabel çeşidinde % 43.9 bulunmuştur (Çizelge 1).

Cerit (2010) & Çalışkan (1994), yaptıkları çalışmalarında bizim çalışmamıza paralel olarak orta yumru oranı yönünden çeşitler arasında önemli farklılıklar belirlemiştir. Ayrıca, Çalışkan (1994), çeşitler arasında orta yumru oranı bakımından meydana gelen farklılığın çeşitlerin farklı gelişme periyoduna sahip olmalarıyla ilişkili olabileceğini bildirmiştir.

Orta yumruların (40-80 gr) en yüksek oranı % 51.4 ile birinci dikim zamanında belirlenmiştir. Bunu sırasıyla ikinci (% 41.9), dördüncü (% 35.8) ve üçüncü (% 31.6) dikimler izlemiştir. Çalışmada, birinci dikim zamanında orta yumru oranı diğer dikim zamanlarına oranla daha yüksek olmuştur ve dikim zamanları geciktikçe bu oran azalmıştır (Çizelge 1). Bu durum özellikle ilk dikim tarihlerinde bitkilerin çıkış sürelerinin uzun sürmesi, toplam yetiştirme süresini kısaltmasından; geç dikildikleri halde erken çıkış gösteren ve daha uzun bir yetiştirme süresine sahip olan bitkiler oluşturdukları yumruları daha iyi büyütmüş olmasından kaynaklanmış olabilir.

Uygulamaların orta yumru (40-80 g) oranına etkisi incelendiğinde, orta yumru oranı ön sürgünlendirme uygulamasında % 37.6, kontrol uygulamasında % 40.7, GA3 uygulamasında % 42.3 olarak belirlenmiştir (Çizelge 1).

3.3. Büyük (>80 g) Yumru Oranı (%)

Büyük (>80 g) yumru oranına, çeşitlerin ve dikim zamanlarının etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Diğer işlemlerin ve interaksyonların istatistiki olarak etkisi belirlenmemiştir. Marfona çeşidinde büyük yumruların oranı % 50.5, Marabel çeşidinde % 41.6 bulunmuştur (Çizelge 1). Çeşitlerin büyük yumru oranlarının farklı olması,

çeşitlerin genetik kapasiteleri ve çeşit x çevre interaksyonundan ileri gelmektedir (Arıoğlu 1986).

Büyük yumruların oranının dikim zamanlarına göre değişimi, % 29.3 (birinci dikim) ile % 53.9 (dördüncü dikim) arasında bulunmuştur. Araştırmamızda, büyük yumruların (80 g) en düşük oranı birinci dikimden elde edilmiştir ve yumruların oranı dikim zamanlarının gecikmesiyle birlikte artış göstermiştir (Çizelge 1). Bulgularımız, Çalışkan (1994)'nın, 15 Kasım, 5 Aralık, 25 Aralık ve 15 Ocak tarihlerinde yaptığı dikimlerde, dikim tarihi geciktikçe büyük yumru oranının önemli derecede arttığını belirten bulgularıyla paralellik göstermektedir. Taja et al 1985 & Rioux et al 1982, yaptıkları çalışmalarda dikim zamanının, pazarlanabilir yumru oranına farklı oranlarda etki ettiğini belirlemişlerdir.

Uygulamaların büyük (>80 g) yumru oranına etkisi incelendiğinde, 80 gramdan büyük yumruların oranı GA3 uygulamasında % 42.9, kontrol uygulamasında % 44.8, ön sürgünlendirme uygulamasında % 50.5 olarak belirlenmiştir (Çizelge 1).

3.4. Yumru Verimi (kg/da)

Dikim zamanları, çeşitler ve çeşit x zaman interaksyonun yumru verimine etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 1). Çizelge1' de görüldüğü gibi, Marfona çeşidinde yumru verimi 1814.1 kg/da, Marabel çeşidinde ise 2210.3 kg/da bulunmuştur. Çeşitlerin yumru verimlerinin farklı olması genetik yapılarıyla ve farklı çevre koşullarına tepkilerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır (Yıldırım et al 2005; Çalışkan 1994). Bu konuda yapılan çalışmalarda, yumru verimi açısından çeşitleri arasında farklılık görülmüştür. Verim, kantitatif bir özellik olup, çeşitlerin genetik yapılarının yanında, iklim ve toprak şartları, kullanılan girdi miktarı ve kalitesi, agronomik uygulamalar gibi birçok faktöre de bağlı olarak büyük değişkenlik gösterebilmektedir (Pehlivan et al 2006). Araştırmada, dikim zamanları yumru verimini önemli ($p<0.01$) derecede etkilediği görülmektedir. Yetiştirme döneminde en yüksek yumru verimi 2828 kg/da ile üçüncü (Z3) dikimden elde edilirken, bunu sırasıyla ikinci (2221.5 kg/da), dördüncü (2178.1kg/da) ve birinci (880 kg/da) dikimler izlemiştir. Söğüt et al 2005, Diyarbakır'da, turfanda üretim koşullarında yaptıkları çalışmada, yumru veriminin dikim zamanlarından önemli derecede ($p<0.01$) etkilendiğini ve yumru veriminin dikim zamanlarına göre 804.9-1423.6 kg/da belirlemişlerdir. Araştırmacıların dekara yumru verimleri ile ilgili verileri çalışmamızda bulduğumuz verilerle kısmen

benzerdir. Çalışmamızda, dikim tarihlerinin gecikmesine bağlı olarak ortalama yumru verimleri artış göstermiştir. Çalışkan (1994), Adana'da 15 Kasım, 5 Aralık, 25 Aralık ve 15 Ocakta yaptıkları dikimlerde dikim tarihinin gecikmesine paralel olarak yumru verimin arttığını saptamışlardır. Sonuçlarımız, araştırmacının sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Yıldırım et al (2005), Van- Erciş'de ana ürün koşullarında yaptıkları çalışmada dikim zamanlarına bağlı olarak yumru verimini 1786.57 kg/da- 1812.68 kg/da arasında belirlemişlerdir. Çalışmamızda, dördüncü dikim zamanında yumru verimi düşmüştür. Dördüncü dikim zamanında hasat işlemi birinci yıl 19 Temmuzda gerçekleştirilmiştir. Deneme döneminde Haziran ve Temmuz aylarında sıcaklık 20 °C'nin üzerine çıkmıştır. Bulgularımız; çeşitli çevresel stres koşullarının, patatesin toplam ve pazarlanabilir yumru verimini düşürdüğünü bildiren Vayda (1994)'ün bulguları ile uyum içerisindedir.

4. SONUÇ

Araştırmada, dekara en yüksek yumru verimi (kg/da), üçüncü dikim zamanından elde edilirken, en düşük yumru verimi birinci dikim zamanında belirlenmiştir. Dekara yumru verimi ve büyük yumru (>80 gr) oranının dikim zamanının geciktirilmesi ile arttığı belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, Marabel çeşidinin (2210.3 kg/da) dekara verimleri, Marfona çeşidine (1814.1 kg/da) göre daha yüksek bulunmuştur. Uygulamaların, dekara yumru verimi üzerinde istatistiki bir etkisi belirlenmemiş ancak, ön sürgünlendirme uygulaması dekara yumru veriminde artışa neden olmuştur.

Araştırma sonucunda, Bafra koşullarında yumru verimi açısından dikim öncesi ön sürgünlendirme yapılan patates yumrularının Şubat ayında yapılan dikimden tatminkar verim alındığı, kullanılan çeşitlerden Marabel'in daha ön plana çıktığı belirlenmiştir. Fakat daha net verilerin eldesi için farklı olum grubunda yer alan çok sayıda çeşitle, değişik lokasyonlarda çalışmanın daha uzun süre ile yürütülmesinin daha yararlı olacağı sonucuna varılmıştır.

5. KISALTMALAR

- Ç1 : Marfona çeşidi
Ç2 : Marabel çeşidi
U1 : Ön sürgünlendirme
U2 : Gibberellik Asit (GA3)
U3 : Kontrol
Z1 : Birinci Dikim Zamanı
Z2 : İkinci Dikim Zamanı
Z3 : Üçüncü Dikim Zamanı
Z4 : Dördüncü Dikim Zamanı
Ç : Çesit
Z : Dikim Zamanı
U : Uygulamalar
Ç x Z : Çesit x Dikim Zaman İnteraksiyonu
Ç x U : Çesit x Uygulama İnteraksiyonu
Z x U : Dikim Zamanı Uygulama İnteraksiyonu
Ç x Z x U : Çesit x Dikim Zamanı x Uygulama İnteraksiyonu

KAYNAKLAR

- Arıoğlu H (1986). Çukurova Turfanda Patates Yetiştiriciliğinde Farklı Kökenli Patates Çeşitlerinin Verim ve Tarımsal Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma. *Doğa Türk Tarım Ormanlık Dergisi* 10 (2): 141-148
- Arıoğlu H (2000). Nişasta ve Seker Bitkileri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Ders Kitabı: A-57, 234 s, Adana
- Arıoğlu H, İncikli H, Zaimoğlu B & Güllüoğlu L (2002). Çukurova Bölgesinde Turfanda Patates Yetiştiriciliği Üzerinde Araştırmalar. III. Ulusal Patates Kongresi, 23-27 Eylül İzmir, Bildiriler: 381-390
- Cerit C S & Kaynak M A (2010). Turfanda Patates (*Solanum tuberosum* L.) Yetiştiriciliğinde Bazı Çeşitlerin Verim ve Verim Unsurlarının Saptanması. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 7(2): 111-116
- Çalışkan M E (1994). Çukurova Koşullarında Farklı Yetiştirme Süresine Sahip Bazı Patates (*Solanum tuberosum* L.) Çeşitlerinin Değişik Dikim Zamanlarına Göre Erkencilik Özellikleri İle Yumru Verimlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 86 s, Adana
- Çalışkan M E, Çalışkan S & Arıoğlu H (2004). Effects Of Presprouting and Planting Date on Growth and Yield Of Potato Crop In Mediterranean Type Environment. Agronomy Section Meeting of European Association for Potato Research, 23-27 June, Mamaia, Romania, pp:189-196
- Çalışkan M E, Onaran H & Arıoğlu H (2010). The Overview to the Turkish Potato Sector: Challenges, Achievements and Expectation. Potato Agrophysiology, Proceedings of the International Symposium on Agronomy and Physiology of Potato, 20-24 September, Nevşehir, Turkey, pp: 1-11

- Gülümser A, Bozoğlu H & Peksen E (2006). Araştırma ve Deneme Metotları. OMÜ Ziraat Fakültesi Yayınları Ders Kitabı No: 48, Samsun
- Meteoroloji (2011b). Samsun Meteoroloji Müdürlüğü Kayıtları
- Pehlivan M, Kaya C, Dizikısa T, Kumlay A M, Tozlu E & Okçu M (2006). Bazı Patates Çeşitlerinin Erzurum-Pasinler Ekolojik Koşullarına Uyumu. IV. Ulusal Patates Kongresi, 06-08 Eylül, Niğde, Bildiriler s: 98-102
- Rioux R, Gosselin J & Genereux H (1982). Effect of Planting Date on Potatoes Grown In Short Seasons Field Crop Abs., 35(2): 171
- Samancı B, Özkaynak E & Tuğrul S (1998). Turfanda Patates (*Solanum tuberosum* L.) Üretiminde Farklı Bitki Sıklığının Bazı Agronomik Özellikler Üzerine Etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 13(2): 79-85
- Samancı B, Özkaynak E & Çetin M D (2003). Antalya Koşullarında Turfanda Patates (*Solanum tuberosum* L.) Yetiştiriciliğinde Bazı Çeşitlerin Verim ve Verim ile ilgili Özelliklerinin Belirlenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(1): 27-33
- Söğüt T, Öztürk F & Temiz M (2005). Güneydoğu Anadolu Bölgesi Koşullarında Turfanda Patates (*Solanum tuberosum* L.) Üretim Olanakları. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, 5-9 Eylül, Antalya, Bildiriler s:351-356
- Taja H, Cadorna A, Suetos D, Acasio R, Zaag P & Vander (1985). Potato (*Solanum tuberosum* L.) Tuber Yield in Cagayan Influenced by Planting Date Mulcing and Location. *Field Crop Abst.*, 38(12): 865
- Yıldırım B, Tunçtürk M & Çiftçi C (2005). Değişik Dikim Zamanlarının Farklı Patates (*Solanum tuberosum* L.) Çeşitlerinde Verim ve Verim Unsurları Üzerine Etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi* (J. Agric. Sci), 15(1):1-9
- Yurtsever, N (1984). Deneysel İstatistik Metotlar. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları. Genel Yayın No: 121, Teknik Yayın No: 56. Ankara.
- Vayda M E (1994). Environmental Stress and Impact on Potato Yield. *Potato Genetics*. Edited by Bradshaw, J.E., Mackay, G.R. Page: 239-261

Çizelge 1: Bafra Lokasyonunda Farklı Uygulama, Çeşit ve Dikim Zamanlarının Küçük (<40g) Yumuru Oranına, Orta (40-80g) Yumuru Oranına, Büyük (>80 g) Yumuru Oranına (%) ve Yumuru Verimine (kg/da) Etkileri Yönünden Elde Edilen Ortalama Değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine Göre Olusan Gruplar

Bafra																	
Çeşit	Dikim zamanı	Küçük (<40g) Yumuru Oranı (%)				Orta (40-80g) Yumuru Oranı (%)				Büyük (>80g) Yumuru Oranı (%)				Yumuru Verimi (kg/da)			
		U1	U2	U3	ÇxZ Ort.	U1	U2	U3	ÇxZ Ort.	U1	U2	U3	ÇxZ Ort.	U1	U2	U3	Ç x Z Ort.
Marfona (Ç1)	Z1	11.7 f-h	14.3 e	19.7 b	15.2 B	45.3	41.3	51.3	46.0	43.0	44.3	29.3	38.9	1201.7	660.2	849.8	903.9 C
	Z2	8.0 k	10.3 ij	8.3 k	8.9 E	32.7	41.0	42.7	38.8	59.3	48.7	49.0	52.3	1997.3	2788.9	2255.9	2347.4 B
	Z3	12.0 fg	11.3 gh	11.0 hi	11.4 C	27.3	32.3	24.3	28.0	60.7	56.7	49.0	55.4	2395.2	1933.7	2519.2	2282.7 B
	Z4	10.0 j	12.0 fg	12.3 f	11.4 C	33.3	35.7	30.0	33.0	56.7	52.3	57.3	55.4	2432.1	1675.6	1419.5	1842.4 B
	ÇxU Ort.	10.4	12.0	12.8	11.7	34.7	37.6	37.1	36.4 A	54.9	50.5	46.2	50.5 A	2006.5	1764.6	1761.1	1814.1
Marabel (Ç2)	Z1	19.0 b	33.7 a	17.0 c	23.2A	61.0	53.3	56.0	56.8	19.3	13.0	27.0	19.8	879.3	831.5	859.8	856.9 C
	Z2	11.3 gh	11.0 hi	7.7 kl	10.0 D	43.7	45.0	46.7	45.1	44.7	44.3	45.7	44.9	2171.1	2429.8	1686.1	2095.7 B
	Z3	15.7 d	16.3 cd	14.0 e	15.3 B	27.7	42.3	35.7	35.2	56.3	41.0	50.7	49.3	2396.7	3143.0	4044.6	3374.8 A
	Z4	7.0 l	9.7 j	11.0 hi	9.2 E	29.7	47.3	38.7	38.6	63.7	43.0	50.3	52.3	2538.4	2353.4	2649.2	2513.8 B
	ÇxU Ort.	13.38	17.7	12.4	14.4	40.5	47.0	44.3	43.9 B	46.0	35.3	43.4	41.6 B	2131.5	2189.4	2309.9	2210.3
Ortalama (U)		11.8	14.8	12.6		37.6	42.3	40.7		50.5	42.9	44.8		2069.0	1977.0	2035.5	
LSD _{0.01} Ç x Z= 0.5471 LSD _{0.05} Ç x Z x U= 0.7326					LSD _{0.05} Çeşit= 7.652 LSD _{0.05} = 0.2544					LSD _{0.05} Çeşit= 9.072				LSD _{0.05} Çeşit=3529 LSD _{0.01} =Ç x Z=1053			

Z x U İnteraksiyon Tablosu																
Dikim Zamanı	Küçük (<40g) Yumuru Oranı (%)				Orta (40-80g) Yumuru Oranı (%)				Büyük (>80g) Yumuru Oranı (%)				Yumuru Verimi (kg/da)			
	Uygulamalar			Dikim Zamanı Ort.	Uygulamalar			Dikim Zamanı Ort.	Uygulamalar			Dikim Zamanı Ort.	Uygulamalar			Dikim Zamanı Ort.
	U1	U2	U3		U1	U2	U3		U1	U2	U3		U1	U2	U3	
Z1	15.3	24.0	18.3	19.2 A	53.2	47.3	53.7	51.4 A	31.2	28.7	28.2	29.3 D	1040.5	745.9	845.8	880.4 B
Z2	9.7	10.7	8.0	9.4 D	38.2	43.0	44.7	41.9 B	52.0	46.5	47.3	48.6 C	2084.2	2609.4	1971.0	2221.5 A
Z3	13.8	13.8	12.5	13.4 B	27.5	37.3	30.0	31.6 D	58.5	48.8	49.8	52.4 B	2665.9	2538.4	3281.9	2828.7 A
Z4	8.5	10.8	11.7	10.3 C	31.5	41.5	34.3	35.8 C	60.2	47.7	53.8	53.9 A	2485.5	2014.5	2034.4	2178.1 A
LSD _{0.01} Zaman= 0.4136				LSD _{0.05} Zaman= 0.7855				LSD _{0.01} Zaman= 0.6947				LSD _{0.01} Zaman=1233				

Aynı harfle gösterilen değerler kendi grubunda, istatistiki açıdan (% 5 veya 1) farksızdır.

Sismo-türbiditler: Tarihsel Depremlerin Kayıtları

Demet BİLTEKİN

Ordu Üniversitesi, Fatsa Deniz Bilimleri Fakültesi, Ordu, Türkiye

Özet

Sismo-türbiditler tarih öncesi dönemlerde meydana gelmiş küçük ve büyük ölçekli depremlerin tespitinde önemli bir role sahiptir. Depremlerin yıkıcı etkileri düşünüldüğünde gelecekte meydana gelebilecek olası depremleri tahmin etme konusundaki çalışmaların giderek yaygınlaşması şaşırtıcı değildir. Kuzey Anadolu Fayı'nın aktif olması ve bir uzantısının da Marmara Denizi içinden geçmesi sebebiyle, deniz tabanına yerleştirilen gözlem istasyonları ile ölçümler yapılmakta ve fay hattı boyunca meydana gelen gaz ve metan çıkışları gözlenmektedir. Bu nedenle bu derleme çalışması sadece bu konudaki literatürü sunmasının yanı sıra gelecek deprem modellerinde kullanılan sismo-türbiditlerin doğasını tanıma ve sedimanter özelliklerin belirlenmesi için ne gibi çalışmalar yapıldığı konusunda araştırmacıları aydınlatmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: sismo-türbidit; tarihsel depremler; tektonik; sismik aktivite

Seismo-turbidites: The Records Of Historical Earthquakes

Abstract

Seismo-turbidites have an important role in identification of the small and big scale earthquakes occurred in the prehistorical times. Regarding to the destructive potentials of the earthquakes, the studies about the prediction of the possible future earthquakes have become very common. The observation stations have been fixed on the sea floor for the purpose of monitoring gas and methane seepages along the active North Anatolian Fault zone which has a segment beneath of the Marmara Sea. Therefore, this review aims to give an insight to the researchers not only about the current literature but also gives an understanding about the nature of seismo-turbidites together with the ability of identifying sedimentary features used in the earthquake prediction models.

Keywords: seismo-turbidite; historical earthquakes; tectonic; seismic activity

demetbiltekin@odu.edu.tr

1. GİRİŞ

Sismo-türbiditler (ST), deniz veya fay zonlarında bulunan göllerde sismik aktivite nedeniyle çökeller ve geçmişte meydana gelmiş depremler hakkında bilgi verirler. Bu nedenle sismo-türbiditler tarihsel depremlerin tayininde kullanılan önemli bir göstergedir. Tarihsel depremlerin araştırılması, nitelik ve niceliklerinin belirlenmesi, gelecekteki depremlerin tayini ve modellemeleri açısından ciddi bir önem taşımaktadır. Paleosismoloji ve deniz jeolojisi araştırmaları içerisinde yer alan sismo-türbidit çalışmaları son yıllarda deprem zonlarında bulunan deniz ve göllerdeki eski depremleri tespit etmek konusundaki araştırmalara paralel olarak giderek artmaktadır (Nakajima & Kanai 2000; Çağatay vd 2012; Sarı & Çağatay 2006; Drab vd 2012; Polonia vd 2002; Polonia vd 2016). Tarihsel depremlerin tespit edilmesi ve yaşlandırılması, özellikle gelecek deprem olasılıklarının ve riskinin belirlenmesi açısından önemlidir. Sismo-türbidit terimi ilk olarak 1984 yılında Mutti vd tarafından kullanılmıştır. Daha sonraları 1960'lı yıllarda kuzey-batı Pasifik kıyılarında yapılan sondaj çalışması ile alınan karotlarda ritmik şekilde görülen sediman dizilimleri Adams (1990) tarafından incelenmiş ve bu çökellerin Cascadia havzası boyunca meydana gelen büyük ölçekli depremlerin sonucunda oluşan sismo-türbiditlere ait olduğu belirtilmiştir. Sismo-türbiditler genel yapısı itibarıyla tipik bir Bouma istifidir. Sismojenik türbiditleri diğer mekanizmalardan (kasırğa-su sediman çökeli vb.) ayıran en önemli gösterge ritmik bir şekilde sediman sıralanması ve homojen bir çamurdur (Rajendran vd 2013).

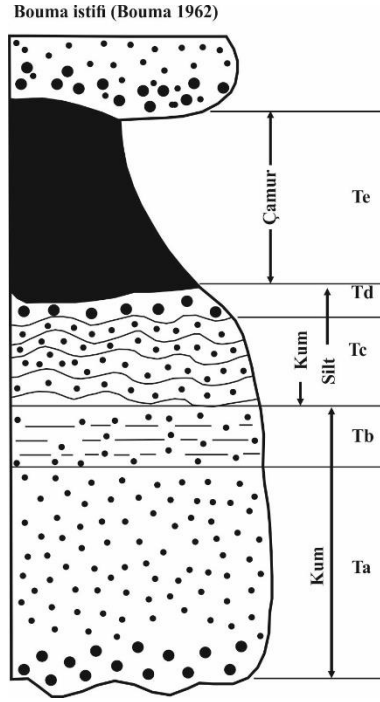
Ülkemizin deprem kuşağında yer alması deprem çalışmalarını daha da önemli hale getirmektedir. Marmara Denizi, Kuzey Anadolu Fayı'nın (KAF) iki segmenti (kolu) üzerinde bulunmaktadır. KAF'ın kuzey kolu İzmit Körfezi'nden Marmara Denizi'ne ulaşır ve batıya doğru Tekirdağ'da denize varır. Diğer kol ise Marmara Bölgesinin güneyinde yer alan İznik Gölü'nün güneyinden geçerek Gemlik Körfezi'ne ulaşır. Marmara Denizi'nden geçen KAF bölgeyi deprem riski açısından önemli bir konuma getirmiştir (Çağatay vd 2012). Bununla birlikte, Marmara Bölgesinin ülkemizde sanayileşmenin ve nüfus yoğunluğunun en fazla olduğu bölge olması ve yakın geçmişte yaşanmış olan 17 Ağustos 1999 depreminin yıkıcı etkilerinin hafızalardaki taze izleri bu bölgedeki deprem çalışmalarını kaçınılmaz kılmaktadır. Marmara Denizi yaklaşık 1250 m derinliğe sahip batıdan doğuya sıralanan doğrultu-atımlı üç havzaya (Tekirdağ

Havzası, Orta Çukurluk ve Çınarcık Çukurluğu) sahiptir. Deprem çalışmaları son 2000 yıl boyunca Marmara Denizi'nde yükseklikleri yaklaşık 6 m'yi bulan birçok tsunami olayının meydana geldiğini göstermektedir (Yalçın vd 2002). 7.4 büyüklüğünde meydana gelen 1999 depremi sonrasında yapılan çalışmalar İzmit Körfezi'nde aralıklı gaz çıkışlarının varlığını göstermektedir (Embriaco vd 2013). Fay hattı boyunca meydana gelen gaz çıkışları deprem aktivitesi nedeniyle gerçekleşmektedir. İzmit Körfezi'nde yapılan sismo-türbidit çalışmaları, son 2400 yılda 8 adet depremin meydana geldiğini göstermektedir (Çağatay vd 2012). İzmit Körfezi'nde belirlenen tarihsel depremler 1999 İzmit depremi, M.S. 1509 ($M_s=7.2$), M.S. 1296, M.S. 865, M.S. 740, M.S. 358, M.S. 268 ve M.Ö. 427 depremleridir (Çağatay vd 2012). Marmara Denizi Tekirdağ Havzası ve Orta Çukurlukta ise son 2500 yılda deprem aktivitesi nedeniyle sırasıyla 8 ve 7 adet türbidit çökelimlerinin varlığı saptanmıştır (Drab vd 2012). Bilim insanları Marmara Denizi'nde aktif olan Kuzey Anadolu Fayı nedeni ile sismik bir boşluk olduğunu ve gelecekte bir veya daha fazla sayıda yıkıcı depremin meydana geleceğini öngörmektedirler (Embriaco vd 2013, Parsons vd 2000, Hubert-Ferrari vd 2000). Bu nedenle bu derleme çalışması, tarihsel depremlerin belirlenmesinde önemli parametrelerden biri olan sismo-türbiditlerin tanımlanması ve hangi tarihsel depreme karşılık geldiğinin tespiti konusunda bilgi vermeyi amaçlamaktadır.

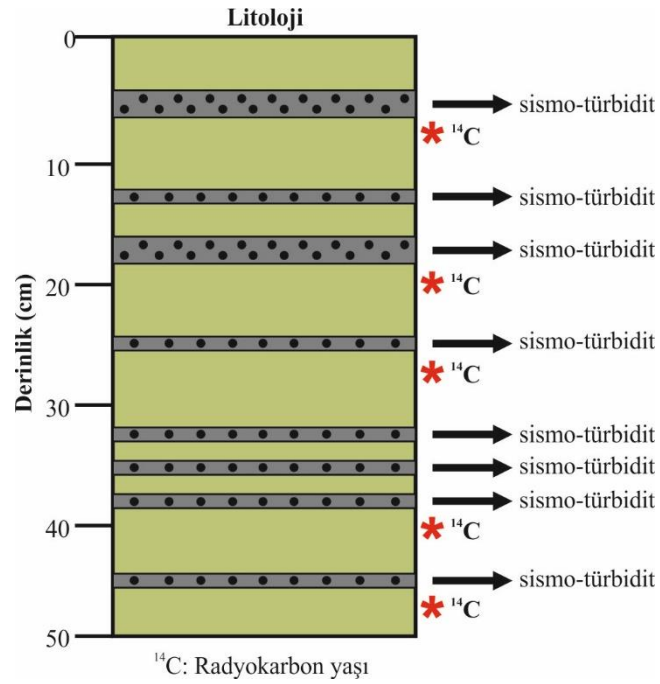
2. MATERYAL VE YÖNTEMLER

2.1. Karotların Sedimantolojik İncelenmesi

Deniz ve göllerden sondaj çalışmaları ile alınan çökel karotları, iki parçaya ayrılır; ilk parça üzerinde sedimantolojik tanımlama işlemi gerçekleştirilirken diğer yarım arşiv olarak +4°C soğuk odada muhafaza edilir. Litolojik tanımlama ile çökellerin özellikleri, sedimanter yapı ve dokular belirlenmektedir. Sismo-türbiditleri tanımlarken öncelikle çökelin Bouma serisinin (Bouma sequence) yapısının iyi anlaşılması gerekmektedir. Ta (Masif dereceli), Tb (Düzlemsel paralel laminalar), Tc (Ripıllar, dalgalı/konvolüt laminalar), Td (Üst paralel laminalar) ve Te (Türbidit arası: tabakalaşma göstermeyen killi-kum) şeklinde dizilim gösteren istif altta iri tanelerden oluşmakta, üste doğru ise incelen tane boyu dizilimi göstermektedir (Bouma 1962) (Şekil 1). Genellikle sismo-türbidit çökelleri karotlarda homojen bir çamur ve killi-kum gibi kaba malzemenin ardışık sıralanması şeklinde gözlenmektedir (Şekil 2).



Şekil 1. Bouma istifli (Shanmugam 1997'den değiştirilerek alınmıştır)



Şekil 2. Sismo-türbiditlerin sondaj karotlarındaki şematik görünüşü

2.2. Sediman Karotlarında XRF Karot Tarayıcısı Analizi (XRF Core Scanner)

XRF karot tarayıcısı analizi ile karot boyunca her 200 μm 'de bir, oldukça yüksek çözünürlükte yaklaşık 15 elementin kimyasal analizi yapılmaktadır. Analiz sonucunda elde edilen değerler ile çökeltme ortamı ve drenaj koşullarının kayıtları belirlenmektedir. Mn gibi redoksa duyarlı elementler özellikle sismo-türbidit çökellerinin tanımlanmasında önemli bir göstergedir. XRF karot tarayıcısı ile element ölçümlerinin yanı sıra elde edilen diğer bulgular şunlardır:

X-ışınları radyografisi: Karot boyunca 20 μm 'de bir gerçekleştirilen radyografi taraması ile tabakalanma, laminasyon gibi sedimanter yapılar daha iyi tanımlanmaktadır.

Sayısal renk görüntüsü: XRF karot tarayıcısında bulunan üç ana renk dalga bandında sayısal renk görüntüleri ile aynı zamanda karot boyunca zaman içerisinde çökelmiş tabakalanma ve laminasyon ve bunların oluşumlarına neden olan ortamsal ve litolojik değişimler saptanmaktadır.

2.3. Sediman Karotlarında Çok Sensörlü Karot Loglayıcısı Analizi (MSCL: Multi-Sensor Core Logger)

Çok Sensörlü Karot Loglayıcısı (Multi-Sensor Core Logger: MSCL) analizi ile çökel karotlarının jeofizik ölçümleri hassas ve otomatik olarak gerçekleştirilmektedir.

MSCL ile yapılan ölçümler aşağıda sıralanmaktadır:

Karot Kalınlığı: Karot kalınlığı, P dalgası sensörü üzerinde bulunan ve mekanik olarak yaya tutturulmuş bir çift yer değiştirme sensörü vasıtasıyla 0.01 mm hassasiyetinde ölçülerek gerçekleştirilmektedir.

Manyetik Geçirgenlik (Magnetic Susceptibility): Manyetik geçirgenlik ölçümleri iki tip sensör kullanılarak yapılır. Bunlardan birincisi halka sensör olup ikiye kesilmemiş bütün olan karotlar için kullanılmaktadır. İkinci tip sensör, nokta sensördür ve ikiye

kesilmiş yarım karotlarda kullanılmaktadır. Manyetik geçirgenlik ölçümleri 5 mm'den daha yüksek çözünürlükte ölçüm yapılabilen Bartington MS2E nokta sensörü ile gerçekleştirilir.

Sıcaklık: Karot boyunca sıcaklık değerleri PRT probu ile laboratuvar sıcaklığı veya her bir karotun sonunda karot içerisine sokularak ölçülmektedir. Sıcaklık ölçümleri için hassasiyet 0.01°C'dir.

P-Dalgası Hızı: P-Dalgası ölçümleri ARC (Acoustic Rolling Contact) transduser olarak isimlendirilen döner akustik sistem ile yapılmaktadır. Sistemin baskın frekansı 230 kHz'dir. Akustik sinyal ölçümleri 50 ns hassasiyetindedir ve bu değer karot kalınlığına ve sedimanların özelliklerine göre yaklaşık % 0,5 hata miktarına denk gelmektedir.

Gama Yoğunluk (Gamma Density): Gama yoğunluk, karot içerisinden geçen gama ışınlarının soğurulmasının ölçülmesiyle tayin edilmektedir. Cs-137 gama kaynağı kurşun muhafaza içerisinde yer almaktadır ve Cs-137 gama kaynağı 5 mm çapındaki kolimatör ile oluşturulan ince gama ışını, karotun içerisinden geçerek diğer taraftaki gama algılayıcısına ulaşır. Algılayıcı, karottaki sedimanların gama yoğunluk özelliklerine bağlı olarak değişen ışın şiddetini belirler. Yoğunluk karotun durumuna bağlı olarak % 1 hassasiyetle ölçülebilmektedir.

Elektrik Özdirenç (Electrical Resistance): Elektrik özdirenç ölçümleri, temassız endüktif bobin sargı ile yapılmaktadır. Bu sayede plastik pimaş boru içerisinde bulunan karotta özdirenç ölçümü gerçekleştirilebilmektedir. Özdirenç ölçümleri boşluk suyundaki tuzluluğa karşı oldukça hassas olduğundan, gama yoğunluk ölçümleri sayesinde tespit edilen tane boyu bilgisi ile karottaki çökellerin litolojisi hakkında bilgi sağlanabilir. Kalibrasyon, özdirenci bilinen değişik konsantrasyonlarda tuz ihtiva eden tuzlu su standartları kullanılarak yapılır. Analiz çözünürlüğü 2-3 cm'dir.

2.4. Tane Boyu Analizi

Tane boyu analizleri, Lazer Tane Boyu Analizörü (Fritsch Laser Particle Size Analyser) ile yapılmaktadır. Bu yöntemde ilk olarak karot boyunca farklı derinliklerden yaklaşık 0.3 gr sediman örneği alınır. Örnekler beherlere konular ve örneklere topaklanmayı engellemesi için 20 ml'lik % 1'lik kalgon çözeltisi eklenir. Örnekler seyreltik kalgon

çözültüsü içerisinde 12 saat bekletilir. Daha sonra örnekler Fritsch Laser Particle Size Analizöründe bulunan karıştırıcı haznesine eklenir. Ekleme işlemi pipet yardımıyla karışım homojen hale getirilerek ve sürekli çalkalanarak yapılır. Tane boyu analizi ile 0.3-300 µm aralığında hassasiyetle ölçüm yapılmaktadır. Cihaz yeterli örnek kapasitesine ulaştığında, içerisinde bulunan lens ve lazer ışın kaynağı vasıtasıyla, örnekteki tane boyu dağılımı ölçülür ve Analysette 22 programı ile aritmetik ortalama, geometrik ortalama, median, asimetriklik (skewness) ve sivrilik (curtosis) parametreleri hesaplanır.

2.5. Sismo-türbidit Çökellerinin Yaşlandırılması

²¹⁰Pb ve ¹³⁷Cs analizleri: ²¹⁰Pb ve ²³⁷Cs radyonükleid analizleri gama spektrometresi kullanılarak gerçekleştirilmektedir. ²¹⁰Pb ve ²³⁷Cs radyonükleidlerinin yarı ömürleri sırasıyla 22.26 ve 30.17 yıldır. Günümüzde ²¹⁰Pb metodu, oşinografide sedimanların yaşlandırılması amacı ile yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. ²¹⁰Pb, ²³⁸U'in radyoaktif bozunma serisi içinde doğal olarak meydana gelen bir radyonükleiddir. 22.26 yıllık yarı ömre sahip olması ²¹⁰Pb'ü çökellerin tarihlendirmesi açısından uygun hale getirmektedir. Bu yaşlandırma yöntemi ile son 100-150 yıllık bir yaş aralığı belirlenebilir (Appleby & Oldfield, 1992). CRS (Constant Rate of unsupported ²¹⁰Pb Supply) modelinde herhangi bir yerdeki ²¹⁰Pb'un coğrafik ve meteorolojik etkenler nedeni ile atmosferde depolandığı düşünülmektedir. Modelde, başlangıçta (t=0) desteksiz ²¹⁰Pb aktivitesi x derinliğiyle veya kütle derinliği ters orantılı olarak azalmaktadır. x derinliğindeki çökelin yaşı CRS modelinde aşağıda gösterilen denklem kullanılarak belirlenir:

$$A_{Pb-210ex} = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \quad (\text{Appleby \& Oldfield, 1978})$$

²³⁷Cs yapay bir radyonükleiddir. Doğaya 1945'den sonraki atom bombası denemeleri, reaktör kazaları gibi nükleer fizyon reaksiyonları nedeni ile karışmıştır. ²³⁷Cs radyonükleidi 30.17 yıllık yarı ömrü ile sedimanlarda karotun üst kısmından alt kısmına doğru konsantrasyon azalması şeklinde kendini gösterir. Bu radyonükleidin en fazla olduğu değer 1986 Çernobil kazasına denk gelmektedir. Bu radyonükleid özellikle genç çökellerin yaşlandırılmasında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

¹⁴C yaş tayini: ¹⁴C radyokarbon yaş tayinleri AMS (accelerator mass spectrometry) adı verilen cihaz ile yapılmaktadır. Genellikle, karotlardan örneklenen çökellerin makro ya da mikrofauna içerikleri (bivalv, mollusk, foraminifer, ostrakod vb.) ayıklanarak bu cihazda yapılan analiz yaş tayini yapılır. Elde edilen yaşların ¹³C düzeltilmesi yapılarak, günümüzden önce (G.Ö.) ¹⁴C yılı olarak hesaplanır ve hata payları $\pm 1\sigma$ olarak tespit edilir. Takvim yılına göre kalibre edilmiş yaşlar rezervuar düzeltilmesi yapılarak (Siani vd, 2000), Reimer vd. (2004)'e göre hesaplanır.

2.6. Deprem Kataloglarının Taranması

Çökel karotlarında tanımlanan ve yaşlandırılan sismo-türbidit seviyelerinin hangi tarihsel depreme karşılık geldiğini bulmak için kataloglardan yararlanılmaktadır. Tarihsel dönemlerde meydana gelmiş olan bu eski depremlerin kayıtları çeşitli kaynaklarda mevcuttur. Bu kaynaklar çoğunlukla çeşitli kataloglar ve antik metinlerden oluşmaktadır. Kataloglar içerisinde en önemli olanları Ambraseys ve Finkel (1991), Soysal vd. (1981), Guidoboni ve Comastri (2005), Guidoboni vd. (1994)'ye ait olanlarıdır. Antik belgeler içerisinde ise en önemlileri İlyada (Homeros) ve Ksenophon'un hikayeleri, Strabon ve Herodot tarihi kaynaklarıdır. Tarihsel depremleri tespit etmek için kullanabileceğimiz diğer önemli kaynaklar ise kitap, gazete ve dergilerdir. Ülkemizde, dergiler içerisinde en çok kullanılan ve önemli olanları Türk Arkeoloji Dergisi, Vakıflar Genel Müdürlüğü dergisi, Tarih Enstitüsü Dergileri ve Tarih Dergisidir. Bunlara ek olarak, bazı deprem veri tabanları da deprem arşivlerini incelemek isteyen araştırmacılar için yerel ve küresel ölçekte meydana gelen depremler için önemli bilgiler sağlamaktadır.

3. SONUÇLAR

Deprem riskinin sağlıklı değerlendirilmesi açısından sismo-türbidit çalışmaları büyük öneme sahiptir. Ülkemizin tektonik olarak aktif olan bir levha üzerinde yer alması sismolojik ve jeolojik araştırmaları daha da önemli hale getirmektedir. Özellikle Marmara Bölgesi'nin Türkiye'nin en fazla nüfus yoğunluğuna sahip bir yer olması ve

aynı zamanda sanayileşmenin ve endüstrinin kalbinin bu bölgede bulunması riskli bir bölge olan Marmara Bölgesini deprem araştırmaları için kaçınılmaz kılmaktadır. Bu derleme çalışması ile deniz ya da göl tabanından alınan sondaj karotlarında sismotürbidit seviyelerinin tanımlanması, karakterinin ve sedimentolojik özelliklerinin belirlenmesi açısından hangi yöntemlerin uygulandığı konusunda araştırmacılara bilgi sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Ambraseys N, Finkel C (1991). Long-term seismicity of İstanbul and of the Marmara Sea region. *Terra* 3:527-539.
- Appleby PG & Oldfield F (1978). The calculation of ^{210}Pb dates assuming a constant rate of supply of unsupported ^{210}Pb to the sediment. *Catena* 5:1-8.
- Appleby PG & Oldfield F (1992). Application of ^{210}Pb to sedimentation studies. In: M. Ivanovich & R.S. Harmon (eds.), Uranium-series Disequilibrium: Applications to Earth, Marine & Environmental Sciences, Oxford University Press, 731-778.
- Bouma AH (1962). Sedimentology of some Flysch Deposits: A Graphic Approach to Facies Interpretation. Elsevier, Amsterdam, 168 pp.
- Çağatay MN, Erel L, Belucci L, Polonia A, Gasperini L, Eriş KK, Sancar Ü, Biltekin D, Uçarkuş G, Ulgen UB, Damcı E (2012). Sedimentary Earthquake Records in the İzmit Gulf, Sea of Marmara, Turkey. *Sedimentary Geology* 282, 347-359.
- Drab L, Hubert Ferrari A, Schmidt S & Martinez P (2012). The earthquake sedimentary record in the western part of the Sea of Marmara, Turkey. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 12, 1235–1254.
- Embriaco D, Marinaro G, Frugoni F, Monna S, Etiope G, Gasperini L, Polonia A, Del Bianco F, Çağatay MN, Ulgen UB & Favali P (2013). Monitoring of gas and seismic energy release by multiparametric benthic observatory along the North Anatolian Fault in the Sea of Marmara (NW Turkey). *Geophysical Journal International*. 1-17.
- Guidoboni E, Comastri A & Traina G (1994). Catalogue of Ancient Earthquakes in the Mediterranean area up to 10th century, ING-SGA, Bologna, 504pp.
- Guidoboni E & Comastri A (2005). Catalogue of Earthquakes and Tsunamis in the Mediterranean area from 11th to the 15th century, INGV-SGA, Bologna, 1057pp.
- Nakajima T & Kanai Y (2000). Sedimentary features of seismoturbidites triggered by 1983 and older historical earthquakes in the eastern margin of the Japan Sea. *Sedimentary Geology* 135, 1-19.
- Polonia A, Cormier MH, Çağatay N, Bortoluzzi G, Bonatti E, Gasperini L, Seeber L, Görür N, Capotondi L, McHugh C, Ryan WBF, Emre Ö, Okay N, Ligi M, Tok B, Blasi A, Buseti M, Eris K, Fabretti P, Fielding EJ, Imren C, Kurt H, Magagnoli A, Marozzi G, Ozer N, Penitenti D, Serpi G & Sarikavak K (2002). Exploring Submarine Earthquake Geology in the Marmara Sea. *EOS*. Pages, 229,235-236.

- Polonia A, Nelson CH, Romano S, Vaiani SC, Colizza E, Gasparotto G, Gasperini L (2016). A depositional model for seismo-turbidites in confined basins based on Ionian Sea deposits. *Marine Geology*, pages: 1-22.
- Rajendran CP, Andrade V, Sanwal J, Kurian J & Jena B. (2013). Constraining large earthquakes along the Andaman trench using deepwater turbidites: prospects and challenges. *Current Science* 104, No. 10, 25 May 2013.
- Sarı E & Çağatay MN (2006). Turbidites and their association with past earthquakes in the deep Çınarcık Basin of the Marmara Sea. *Geo-Marine Letters*, 1-8.
- Shanmugam G (1997). The Bouma Sequence and the turbidite mind set. *Earth-Science Reviews* 42, 201-229.
- Siani G, Paterne M, Arnold M, Bard E, Metivier B, Tisnerat N, Bassinot F (2000) Radiocarbon reservoir ages in the Mediterranean Sea and Black Sea. *Radiocarbon* 42:271-280.
- Soysal H, Sipahioğlu S, Kolçak D, Altınok Y (1981). A catalogue of earthquakes for Turkey and surrounding area (BC 2100-AD 1900). Final report, project number Tbag 341, The Scientific and Technical Research Council of Turkey (TUBİTAK), Ankara.
- Yalçınar AC, Alpar B, Altınok Y, Özbay I, & Imamura F (2002). Tsunamis in the Sea of Marmara: Historical documents for the past, models for future. *Marine Geology* 190, 445–463.

Beyşehir Gölü'nde Su ve Sedimentte Ağır Metal Birikimi ve Sedimentte Antropojenik Kontaminasyon Değerlendirmesi

Esra ÜÇÜNCÜ TUNCA

Ordu Üniversitesi Fatsa Deniz Bilimleri Fakültesi, 52400, Fatsa/ORDU

Özet

Bu çalışmanın amacı, Beyşehir Gölü'nün üç istasyonunda su ve sedimentteki metal konsantrasyonlarının belirlenmesi ve sedimentteki antropojenik (insan kaynaklı) etkinin oluşturduğu kirliliğinin değerlendirilmesidir. Kontaminasyon derecesi (C_d), zenginleştirme faktörü (EF), jeoakümülyasyon indeksi (I_{geo}) gibi pek çok jeokimyasal yöntem kullanılarak sedimentteki mevcut kirlilik durumu hakkında bilgi edinilmeye çalışılmıştır. Potansiyel ekolojik risk faktörü (Er^f) gibi yöntemler kullanılarak ise sedimentteki kirliliğin canlılar üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Sedimentte 2.istasyonun diğer istasyonlara göre daha kontamine ve toksik olduğu (%76 oranında) tespit edilmiştir. Arsenik (As) açısından orta seviyede diğer metaller açısından ise yüksek oranda etkilenmiş olduğu görülmektedir. Bu durum PERI değerlendirmelerinden de görüldüğü üzere, sedimentteki As' nin canlılar üzerindeki potansiyel toksik etkisinin ciddi seviyede olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Ekolojik risk indeksi; kirlilik; kontaminasyon derecesi; sediment

Heavy Metal Accumulation in Water, Sediment and Evaluation of Antropogenic Sediment Contamination in Beyşehir Lake

Abstract

The present study aims to detect the heavy metal concentrations in water and sediment samples taken from three stations of Beyşehir Lake and were evaluated contamination caused antropogenic effects in sediment. We propose that has been obtained information about current contamination status in sediment by using many geochemical methods as contamination degree, enrichment factor, geoaccumulation index. Effects of contamination on organisms were also evaluated using methods as potential ecological risk factor in sediment. Station 2 sediments were determined more toxic (76%) and contaminated than other stations. It's seen that station 2 was contaminated moderate in terms of As and highly impacted in terms of other metals. As seen from PERI assessment, this situation shows that potential toxic effects of As on organisms are considerable level.

Key words: Contamination degree; ecological risk index; pollution; sediment

1. GİRİŞ

Doğal kaynakların da payı olmakla birlikte, antropojenik etkiler sonucunda ekosistemlerde ciddi seviyelerde metal birikimi ve bununla birlikte kirlilik görülebilmektedir. Metallerin doğal toksisiteleri, çok sayıda kaynaklarının olması, biyodegradasyona uğramamaları ve varlıklarını uzun süre devam ettirebilmeleri; metal akümülyasyonu konusundaki ekolojik ve çevresel çalışmaların önemini artırmaktadır (Gao et al 2016). Kirliliğin tespiti ya da değerlendirilmesi, su kalitesinin artırılması ve ağır metallerin sebep olabildiği anemia, beyin hasarları, böbrek ya da sinir sistemi rahatsızlıkları gibi hastalıkların en aza indirilmesi açısından da büyük önem taşımaktadır (Frena et al 2016; Ucuncu et al 2013).

Sucul ekosistemlerde metaller, su sütununda çözelti halinde ya da parçacık materyallerle bağlı olarak ve sedimentte litolojik bileşimler ile birlikte bulunmaktadır (Bonnail et al 2016). Toksik pek çok kontaminantın biriktiği sedimentte, ortam parametrelerinin değişimiyle biriken metallerin çözünerek tekrar suya karışabilmesi söz konusu olabilmektedir. Sedimentte ağır metallerin doğal girdiler ve antropojenik kaynaklar olmak üzere iki ana kaynağı bulunmaktadır. Antropojenik kaynaklar biyokütle ve fosil yakıt yanması (kömür, petrol, doğal gaz) ve madencilik endüstrileri gibi kaynakları içermektedir (Guo & Yang 2016). Sediment ve sudaki ağır metal konsantrasyonlarının çeşitliliği; sıcaklık, pH ve çözünen konsantrasyonu gibi pek çok parametreye bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (Banerjee et al 2016).

Sedimentteki metal birikiminin, doğal ve antropojenik etkilerin ve sedimentte bulunan kontaminantların canlılar üzerindeki toksik etkilerinin araştırılması için pek çok yöntem mevcuttur. Sediment kalitesinin değerlendirildiği bu yöntemlerden kontaminasyon faktörü (C_f^i), kontaminasyon derecesi (C_d), modifiye kontaminasyon derecesi (mC_d), zenginleştirme faktörü (EF) ve jeoakümülyasyon indeksi sedimentteki insan kaynaklı kirliliği; potansiyel ekolojik risk faktörü (Er^i), toksik birim, toplam toksik birim, ortalama etki aralığı medyanı (m-ERM-Q) ve ortalama muhtemel etki seviyesi oranı (m-PEL-Q) ise sedimentteki kirliliğin ekosistem üzerinde yarattığı etkiyi belirleyen yöntemlerdir (Balık & Tunca 2015). Bu yöntemler, herhangi bir su sisteminin sedimentinde geriye dönük kirlilik hakkında yorum yapabilmeyi mümkün kılmaktadır.

Beyşehir Gölü'nde gerçekleştirilen bu ön çalışmanın amacı, belirlenen istasyonlarda, su ve sedimentteki metal kontaminasyonun belirlenmesi ve sedimentteki risk faktörlerinin

araştırılmasıdır. Sedimentteki kirliliğin belirlenmesinde jeokimyasal metotlar kullanılmış ve antropojenik aktivitelerin etkisi tahmin edilmeye çalışılmıştır. Sediment kirlilik statüleri açısından da istasyonlar değerlendirilmeye çalışılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Arazi çalışmaları, Beyşehir ile Isparta arasında bulunan tektonik bir çökeltide yer alan Beyşehir Gölü'nde (Konya); deneysel kısım ise Bilkent Üniversitesi UNAM Laboratuvarları'nda gerçekleştirilmiştir.

2.1. Projenin Arazi Aşaması

Beyşehir Gölü'nde bir kez olmak üzere ve kirlenici kaynakların su sistemlerine karıştığı bölgeler göz önünde bulundurularak 3 istasyonda örnekleme yapılmıştır. Ağır metal analizleri için kullanılmak üzere her istasyondan 3'er su ve sediment örneği alınmıştır. İstasyonlardan alınan ve ağır metal analizi yapılacak su örneklerine, konsantrasyonu %2 olacak şekilde HNO₃ ile muamele edilmiştir. Sediment örnekleri, plastik kepçeler yardımıyla alınarak plastik kavanozlar içerisinde laboratuvara getirilmiştir. Arazi çalışmaları esnasında suyun bazı parametreleri (sıcaklık, elektriksel iletkenlik (EC), pH,...) ölçülmüştür.

Araziden getirilen su örnekleri Whatman kağıdı ile süzöldükten sonra, Bilkent Üniversitesi UNAM Laboratuvarı'nda bulunan ICP-MS İndüktif Eşlenik Plazma-Kütle Spektrofotometresi kullanılarak su örnekleri içerisinde bulunan ağır metaller, metalloidler (Pb, Cu, Cr, Ni, As, Mn, Al, Fe, Zn) tespit edilmiştir. XRF (X-Ray Floresans Spektroskopisi) cihazı kullanılarak da sedimentteki ağır metal miktarları tespit edilmiştir.

2.2. Metal Okutma Yöntemleri (ICP-MS, XRF)

Araştırmada Thermo Scientific markalı X-Series II modeli ICP-MS cihazı kullanılmıştır. Bütün elementlere ait kalibrasyon eğrileri korelasyon katsayısı 0.99'un üzerinde olacak şekilde oluşturulmuştur. İnternal standart olarak 10 ppb ²⁰⁹Bi kullanılmıştır. Sediment örneklerinde metal analizi için XRF kullanılmıştır. Alınan örnekler jeokimyasal analize uygun hale getirilmiştir. Numuneler öncelikle otomatik öğütücüde Tungsten Karbid değirmene konularak öğütülmüştür. Bağlayıcı malzeme (Wachs) ile karıştırılıp, hidrolik pres altında sıkıştırılarak pres-pastil halinde analize hazır hale getirilmiştir.

2.3. Sediment Kontaminasyon Değerlendirme Yöntemleri

Metaller doğal kaynaklı olarak ya da antropojenik etkiler sonucunda ekosistemlerde birikebilmektedir. Sucul ekosistemlerde kontaminantların birikiminin sedimentte oldukça yoğun olduğu bilinmektedir. Göl sedimentlerinin metal içeriğinin değerlendirilmesi, doğal ve antropojenik etkilerin geriye dönük verileri hakkında yorum yapabilmeyi mümkün kılmaktadır. İnsan kaynaklı etkilerin belirlenmesinde pek çok yöntem kullanılmaktadır. Beyşehir Gölü'nden temin edilen sediment örneklerindeki kontaminasyon, farklı metotlar uygulanarak incelenmiştir.

Kontaminasyon faktörü (C_f^i) (Hakanson 1980)

Sedimentte bulunan ağır metallerin değerlendirildiği çalışmalarda en sık kullanılan ve mevcut durum hakkında ciddi veriler sağlayan bir yöntemdir.

$$C_f^i = C^i / C_n^i$$

C^i : sedimentte ölçülen metal değeri

C_n^i : metale ait endüstri öncesi referans değeri

Kontaminasyon derecesi (C_d) (Hakanson 1980)

$$C_d = \sum_{i=1}^n C_f^i$$

C_f^i kontaminasyon faktörüdür. Kontaminasyon derecesi ise tüm (C_f^i) değerlerinin toplamıdır.

Modifiye Kontaminasyon Derecesi (mC_d) (Abraham & Parker 2008)

Hakanson'un oluşturduğu kontaminasyon derecesi formülü bazı uygulamalarda problem oluşturduğundan Abraham ve Parker aynı formülü modifiye ederek modifiye kontaminasyon derecesi formülünü oluşturmuştur.

$$mC_d = \frac{\sum_{i=1}^n C_f^i}{n}$$

C_f^i : kontaminasyon faktörü

n: metal sayısı

Modifiye edilen bu formülde kontaminasyon faktörü (C_f^i) değerlerinin toplamı metal sayısına oranlanmasıyla elde edilmiştir.

Zenginleştirme faktörü (EF)

$$EF = \frac{C_n/C_{ref}}{B_n/B_{ref}}$$

C_n : çalışmada ölçülen metal değeri

C_{ref} : çalışılan metalin referans ortamdaki değeri

B_n : referans elementin çalışmada ölçülen değeri(örn. Fe or Al)

B_{ref} : referans elementin referans ortamdaki değeri

Jeokümülyasyon indeksi(I_{geo}) (Müller 1969)

$$I_{geo} = \log_2 \frac{C_n}{1.5 \times B_n}$$

C_n : ölçülen metal miktarı

B_n : değeri ölçülen metalin referans değerini

1.5 ise doğal dalgalanma katsayısını vermektedir.

Potansiyel ekolojik risk faktörü(Er^i) (Hakanson 1980)

$$Er^i = T_r^i X \frac{C_i}{C_o}$$

T_r^i : toksik response faktörü

C_i : örneklerdeki metal miktarı

C_o : referans değeri

Ortalama etki aralığı medyanı oranı(m-ERM-Q) ve ortalama muhtemel etki seviyesi

oranı (m-PEL-Q) (Carr et al 1996; Long et al 1998)

$$m - ERM - Q = \frac{\sum_{i=1}^n C_i/ERM_i}{n}$$

$$m - PEL - Q = \frac{\sum_{i=1}^n C_i/PEL_i}{n}$$

C_i : çalışılan metalin ortamdaki değeri

ERM: çalışılan metalin etki aralığı medyanı

PEL: çalışılan metalin ortalama muhtemel etki seviyesi

n: çalışılan metal sayısı

Toksik üniteler toplamı (ΣTUs) ve oransal toksik unite (Oransal TU)

Çalışılan metallerin birikiminin canlılar üzerindeki etkisinin araştırıldığı yöntemlerdendir.

$$\Sigma TUs = \sum_{i=1}^n C_i/PEL_{C_i}$$

$$\text{Oransal TU} = \frac{C_i/PEL_{C_i}}{\Sigma TUs} \times 100$$

C_i : çalışılan metalin ortamdaki konsantrasyonu

PEL_{C_i} : çalışılan metalin PEL (Muhtemel etki seviyesi) değeri

n: çalışılan toplam metal sayısı

2.4. Data analizleri

İstasyonlar arası ağır metal birikim farkı olup olmadığına SPSS 17.0 istatistik programı kullanılarak bakılmıştır. Veriler az olduğundan ANOVA testi yerine Mann Whitney U testi uygulanmıştır. Her bir arazi bölgesinin istasyonları arasındaki birikim farkları belirlenmiş olup, testler %95'lik ($p < 0.05$) anlam düzeyinde gerçekleştirilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Su Sonuçları

İstasyonlardan getirilen su örneklerinden 10'ar mL alınarak ICP cihazında bazı metalloid ve metaller (Pb, Cu, Cr, Ni, As, Mn, Al, Fe, Zn) için analiz edilmiş, istasyonların ağır metal birikim düzeyleri tespit edilmiştir (Çizelge 1). Su sonuçları incelendiğinde, değerler çok yüksek olmamakla birlikte en fazla birikimin 3.istasyonda olduğu görülmektedir. Burada birikimin fazla olmasının nedeninin 3.istasyonda tarım arazilerinin bulunmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. 3.istasyonda Fe' in değeri oldukça yüksek bulunmuştur. Tarım arazilerinde gübrelemede sıklıkla kullanılan esansiyel bir metal olması Fe' in bu istasyonda yoğun olarak bulunmasının sebebi olarak düşünülmektedir.

• Birikim farkları

İstasyonlardan temin edilen su örneklerindeki metal miktarları arasında istatistiksel birikim farkı olup olmadığı incelenmiş ve istasyonlar birbirleriyle kıyaslanmıştır. Bulgular tabloda verilmiştir (Çizelge 1). Beyşehir Gölü'nün 1 ve 2. istasyonları kıyaslandığında; Cr,Cu,Zn ve Pb hariç diğer metallerde istatistiki olarak anlamlı bir fark

görülmektedir. Al ve Mn 2.istasyonda 1.istasyona göre daha fazla birikim yapmıştır. Fe,Ni,As ise 1.istasyondaki birikimleri 2.istasyondan daha fazla bulunmuştur. Beyşehir Gölü'nün 1 ve 3.istasyondaki birikimleri kıyaslandığında; Zn hariç diğer metallerde istatistiki olarak anlamlı bir fark söz konusudur. Fark görülen metallerin 3.istasyonda 1.istasyona göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Beyşehir Gölü'nün 2 ve 3.istasyonlarındaki birikim farkları kıyaslandığında; Zn hariç diğer metallerde istatistiki olarak anlamlı bir fark görülmektedir. Fark görülen tüm metallerde 3.istasyonlardaki birikim 2.istasyona göre daha fazla olduğu bulunmuştur.

3.2. Sediment Sonuçları

XRF cihazı kullanılarak sediment örneklerindeki metal miktarları belirlenmiş ($\mu\text{g/g}$) ve önemli görülen metaller çizelgede verilmiştir (Çizelge 2). Sudaki değerleri yüksek bulunan metallerin sediment örneklerinde de yoğun bulunduğu tespit edilmiştir. Çalışılan bölgelerin sedimentlerinin istasyonlar bazında farklılık olmakla birlikte Cr, Zn, Cu, Mn, Ni ve As gibi metallerce yüksek oranda kirli sınıfına dahil oldukları görülmektedir. Sedimentteki en yüksek değerler Fe ve Al'dir. Cr'a 1.istasyon hariç, As'e 2.istasyon hariç hiç rastlanmamıştır. 2005'te Beyşehir Gölü'nde yapılmış çalışmadan farklı olarak Pb tespit edilememiştir. Cr değeri ise yapılan bu çalışmada daha yüksek tespit edilmiştir (Altındağ & Yiğit 2005). Yeniçağa Gölü'nde yapılan bir çalışmada, genel olarak sedimentteki değerler Beyşehir istasyonlarındaki sediment değerlerinden daha düşük bulunmuştur (Tunca et al 2013a).

• Birikim farkları

Temin edilen sediment örneklerinde bulunan metal miktarlarının istasyonlar arası birikim farkı olup olmadığı incelenmiş, bulgular tablolar halinde verilmiştir (Çizelge 2). Beyşehir Gölü'nün 1 ve 2. istasyonlardaki birikim farklarını kıyasladığımızda; sadece Fe, Zn, Ni ve As birikiminde istatistiki olarak anlamlı bir fark görülmektedir. Fark görülen tüm metallerin birikimleri 2.istasyonda 1.istasyona göre daha fazla bulunmuştur. Beyşehir Gölü'nün 1 ve 3. istasyonlardaki birikim farklarını kıyasladığımızda; Cr, Cu ve As hariç diğer metallerin birikiminde istatistiki olarak anlamlı bir fark görülmektedir. Fark görülen metallerin birikimleri 1.istasyonda daha fazla bulunmuştur. Beyşehir Gölü'nün 2 ve 3. istasyonlardaki birikim farklarını kıyasladığımızda; Mn, Cr, Cu hariç diğer metallerin birikiminde istatistiki olarak anlamlı bir fark görülmektedir. Fark görülen metallerin birikimleri 2.istasyonda daha

fazla bulunmuştur.

- ***Sediment kalite değerlendirme***

Sedimentteki kontaminasyonun belirlenmesi için pek çok yöntem mevcuttur. Bu yöntemlere göre hesaplamalar yapılmış her istasyon için çalışılan metallerin oluşturduğu kontaminasyon değerlendirilmeye çalışılmıştır. Referans değerler ve derecelendirme skalası tabloda verilmiştir (Çizelge 3).

Her metal için ayrı ayrı yapılan kontaminasyon faktörü hesaplamalarına göre, 1.istasyonda Cr ve Ni kontaminasyon aralığının oldukça yüksek derecesinde, As ve Pb hariç diğer metallerin ise orta seviyede olduğu görülmektedir. 2.istasyonda; Ni ve As kontaminasyonunun çok yüksek olduğu, Mn ve Zn'nin oldukça yüksek, Cr ve Pb hariç diğer metallerin ise orta derecede olduğu belirlenmiştir. 3.istasyonun kontaminasyon değerleri diğer istasyonlara göre daha düşüktür (Çizelge 4).

Kontaminasyon dereceleri incelendiğinde 2.istasyonun çok yüksek, 1.istasyonun oldukça yüksek ve 3.istasyonun ise orta seviyede olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar, metal birikim farklarıyla benzerlik göstermektedir (2.ist > 1.ist > 3.ist). Kontaminasyon derecesi formülünün modifiye edilmesiyle oluşturulan modifiye kontaminasyon derecesine göre sonuçlar farklılık göstermiştir. mC_d sonuçlarında 1 ve 2.istasyonların orta seviyede, 3.istasyonun ise çok düşük seviyede kontaminasyon olduğu görülmektedir. Metallerin tek tek incelendiği diğer bir yöntem olan zenginleştirme faktörü, 1.istasyonda Ni için orta seviyede, diğer tüm metaller için en az seviyede tespit edilmiştir. 2.istasyonda Ni ve As için orta seviyede, diğer metaller için en az seviyede EF belirlenirken; 3.istasyon için Cr hariç (orta seviye) diğer tüm metaller için en az seviyededir. Jeokümülyasyon indeksleri incelendiğinde, 1.istasyon Cr ve Ni açısından orta seviye, Al açısından neredeyse hiç kirlenmemiş, diğer metaller açısından ise kirlenmemiş ile orta seviye kirlenmiş arasında tespit edilmiştir. 2.istasyonun As ve Ni açısından orta ile güçlü kirlilik seviyesi arasında, Al açısından neredeyse hiç kirlenmemiş, Cu ve Fe kirlenmemiş ile orta kirlilik arasında, Zn ve Mn açısından ise orta kirlilik derecesinde olduğu belirlenmiştir. 3.istasyonda, Cr orta seviye kirlilik gösterirken, diğer metallerin neredeyse hiç kirlenmemiş seviyesinde olduğu tespit edilmiştir.

Potansiyel ekolojik risk faktörü, kontaminasyonun canlılara olan etkisini gösteren bir yöntemdir. Çalışılan bölgede 1 ve 3. istasyonlar için Er^i değerleri düşüktür.

2.istasyonda ise Ni için orta seviye, As için ise ciddi seviyesinde risk faktörü tespit edilmiştir. 2.istasyonun yapıldığı bölgede kaynak suyu çıkışı olduğu ve bu durumun bu bölgedeki As konsantrasyonunu arttırdığı düşünülmektedir. Ortalama etki aralığı medyanı oranları belirlenmiştir. 1.istasyon %49 toksik aralığında, 2.istasyon %76, 3.istasyon ise %21 toksik aralığında belirlenmiştir. Muhtemel etki seviyeleri oranları ise; 1.istasyonda Ni,As ve Pb açısından hiç etkilenmemiş, diğer metaller için yüksek oranda etkilenmiş; 2.istasyonda Pb açısından hiç etkilenmemiş, As açısından orta seviyede etkilenmiş, diğer tüm metaller için yüksek oranda etkilenmiş; 3.istasyonda ise As ve Pb açısında hiç etkilenmemiş, diğer tüm metaller açısından orta seviyede etkilenmiş tespit edilmiştir.

Sediment kalitesinin değerlendirilmesi için kullanılan tüm yöntemler sonucunda, 2.istasyonun diğer istasyonlara göre daha kontamine ve toksik olduğu, özellikle bu istasyondaki Ni ve As kontaminasyonunun önem teşkil ettiği görülmektedir. Jeoakümülyasyon indeksine göre 2.istasyonun As ve Ni açısından güçlü kirlilik seviyesi ile orta derece arasında olması da bu durumu desteklemektedir. Bu durum potansiyel ekolojik risk faktörü değerlendirmelerinde de görüldüğü üzere, sedimentte kontaminasyona sebep olan bu metallerin canlılar üzerindeki potansiyel etkisinin de ciddi seviyelerde olduğunu göstermektedir.

Sedimentte kontaminantların oluşturduğu kirlilik statülerinin değerlendirilmesinde kalite değerlendirme yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalar mevcuttur (Frémion et al 2016; Kalender & Çiçek Uçar 2013; Liu et al 2016; Omar et al 2016). İstanbul Boğazı'nın güney çıkışının sığlık bölgesinde I_{geo} , EF gibi kalite değerlendirme yöntemleri kullanılarak sedimentteki kirlilik hakkında bilgi edinilmiştir. Bu yöntemlere göre; Cr,Cu,Pb ve As'in çevresel risklere sebep olacak tehlikeli kimyasallar olduğu ve toksik sonuçlar oluşturabileceği sonucuna varmışlardır (Ünlü & Alpar 2015). Çıldır Gölü'nde yapılan çalışmalarda sedimentteki metal miktarları belirlenerek, potansiyel ekolojik risk faktörleri değerlendirilmiş, gölde potansiyel risk faktörü olarak Cd ve Hg; diğer bir çalışmada da PLI ve PER değerlerine göre orta seviye ekolojik risk seviyesinde olduğu tespit edilmiştir (Kükreer et al 2015; Kükreer et al 2014). Kapulukaya Gölü'nde (Kırıkkale) sedimentte EF değerlendirmelerine göre en yüksek değer As olduğu ve bölgede ağır metal kirliliği olduğu belirlenmiştir (Kankiliç et al 2013). Ayrıca, İzmir Körfezi'nde, Bafa Gölü'nde ve Rize Limanı'nda da sediment kalite

değerlendirmeleri yapılmış olup, İzmir Körfezi'nin Cu, As, Ni, Cr, Pb açısından şiddetli seviyede kirliliğe maruz kaldığı, Rize Limanı'nda Cu'un önemli zenginleşme oranı olduğu, Bafa Gölü'nün ise, Hg açısından kirlilik riski taşıdığı belirlenmiştir (Atalar et al 2013; Gedik & Boran 2013; Yilgor et al 2012).

Liu vd.'nin 2016'da yapmış oldukları başka bir çalışmada sedimentteki ağır metal birikiminin belirlenmesinde zenginleştirme faktörü ve jeoakümülyasyon indeksi birlikte kullanılmış, sedimentin antropojenik etkiye bağlı olarak özellikle As açısından yüksek kontaminasyon derecelerine ulaştığı tespit edilmiştir (Liu et al 2016). Tropikal bir gölde gerçekleştirilen bir çalışmada, jeoakümülyasyon indeksi ve kontaminasyon faktörüne göre sedimentte Cd kirliliğinin orta seviyede olduğu; kirlilik yükleme indeksi ve zenginleştirme faktörü sonuçlarına göre de $Cd > Cu > Pb > Cr > Ni > Mn > Zn$ şeklinde sıralanmıştır (Nirmala et al 2016). Yangtze Nehri'nde sedimentte ağır metal zenginleşmesi araştırılmış olup, EF ve I_{geo} 'ya göre çalışılan metaller açısından akarsu sedimentinde önemli bir kirlilik olmadığı tespit edilmiştir (guo & yang 2016).

Çizelgeler

Çizelge 1. Su örneklerinde metal miktarları ($\mu\text{g/L}$) ve istasyonlar arasındaki birikim farkları

	Al	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Pb	pH	TDS (mg/L)	EC (SPC- C)	Tuzluluk (ppt)	NO ₃	DO ₂ (mg/L)	T (°C)
1.ist	44 \pm 0.57 ^{2,3}	2.33 \pm 0.30 ³	8.30 \pm 0.28 ^{2,3}	377 \pm 4.66 ^{2,3}	2.40 \pm 0.02 ^{2,3}	1.05 \pm 0.13 ³	L.A	2.04 \pm 0.03 ^{2,3}	0.38 \pm 0.01 ³	7.88	253	389 -	0.19	0.65	4.82	11.4
2.ist	63 \pm 4.15 ^{1,3}	2.44 \pm 0.03 ³	10.49 \pm 0.59 ^{1,3}	316 \pm 5.90 ^{1,3}	1.30 \pm 0.49 ^{1,3}	1.11 \pm 0.09 ³	L.A	0.80 \pm 0.01 ^{1,3}	0.41 \pm 0.02 ³	8.12	254	391 -	0.19	1.73	4.68	11.8
3.ist	184 \pm 0.95 ^{1,2}	3.18 \pm 0.10 ^{1,2}	84.67 \pm 0.43 ^{1,2}	126 \pm 0.94 ^{1,2}	4.90 \pm 0.05 ^{1,2}	2.50 \pm 0.13 ^{1,2}	L.A	4.36 \pm 0.03 ^{1,2}	1.60 \pm 0.01 ^{1,2}	7.86	364	565 -	0.27	1.73	4.63	12.0

L.A: Limit altı

1,2,3 :Üssel rakamlar istasyonlar arasındaki anlamlı farklılıkları göstermektedir.

Çizelge 2. Sedimentteki metal miktarları, istasyonlar arası birikim farkları ve sediment kalite sınıflandırması (Perin et al 1997; Tunca et al 2013b)

$\mu\text{g/g}$	Beyşehir			Sediment kalite parametreleri		
	1.ist	2.ist	3.ist	Kirlenmemiş	Kısmen kirlenmiş	Aşırı kirlenmiş
Fe	96668 \pm 161 ^{2,3}	119686 \pm 14.666 ^{1,3}	58425 \pm 270 ^{1,2}	-	-	-
Al	113560 \pm 2.355 ³	104767 \pm 7.501 ³	9006 \pm 32 ^{1,2}	-	-	-
Zn	221 \pm 4 ^{2,3}	289 \pm 6 ^{1,3}	88 \pm 65 ^{1,2}	<90	90 - 200	>200
Mn	1931 \pm 301 ³	2632 \pm 826	1242 \pm 178 ¹	<300	300 - 500	>500
Cr	335 \pm 49	L.A	283 \pm 215	<25	25 - 75	>75
Ni	303 \pm 31 ^{2,3}	708 \pm 256 ^{1,3}	60 \pm 86 ^{1,2}	<20	20 - 50	>50
Cu	92 \pm 68	104 \pm 74	L.A	<25	25 - 50	>50
As	L.A	137 \pm 12 ^{1,3}	L.A	<3	3-8	>8
Pb	L.A	L.A	L.A	<40	40-60	>60

L.A: Limit altı

1,2,3 :Üssel rakamlar istasyonlar arasındaki anlamlı farklılıkları göstermektedir.

Çizelge 3. Kirlilik ölçekleri ve sınır değerler (Balık & Tunca 2015)

Sınır Değerler									
	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cr	Al
PEL	197	91	315	36	-	-	17	90	-
ERM	390	110	270	50	-	-	85	145	-
TEL	35	35	123	18	-	-	5.9	37.3	-
Ref.	45	20	95	68	850	47200	13	90	80000
Kontaminasyon Faktörü (C_f^i)									
$C_f^i < 1$	$1 \leq C_f^i < 3$			$3 \leq C_f^i < 6$			$C_f^i \geq 6$		
nispeten düşük	orta			Oldukça yüksek			Çok yüksek		
Kontaminasyon Derecesi (C_d)									
$C_d \leq 8$	$8 \leq C_d \leq 16$			$16 \leq C_d \leq 32$			$C_d \geq 32$		
düşük	orta			Oldukça yüksek			Çok yüksek		
Modifiye Kontaminasyon Derecesi (mC_d)									
$mC_d < 1.5$	$1.5 \leq mC_d < 2$	$2 \leq mC_d < 4$	$4 \leq mC_d < 8$	$8 \leq mC_d < 16$			$16 \leq mC_d < 32$	$mC_d \geq 32$	
sıfırdan çok aza	düşük	orta	yüksek	çok yüksek			aşırı yüksek	ultra yüksek	
Zenginleştirme Faktörü (EF)									
$EF < 2$	$2 \leq EF < 5$			$5 \leq EF < 20$			$20 \leq EF < 40$	$EF \geq 40$	
En az	orta			belirgin			çok yüksek	Aşırı yüksek	

Beşehir Gölü'nde Su ve Sedimentte Ağır Metal Birikimi ve Sedimentte Antropojenik Kontaminasyon Değerlendirmesi

Jeoakümülyasyon İndeksi (I_{geo})						
$I_{geo} \leq 0$ Neredeyse hiç kirlenmemiş	$0 < I_{geo} < 1$ Kirlenmemiş-orta kirlilik	$1 < I_{geo} < 2$ Orta kirlilik	$2 < I_{geo} < 3$ Orta - güçlü kirlilik	$3 < I_{geo} < 4$ Güçlü kirlilik	$4 < I_{geo} < 5$ Güçlü - aşırı kirlilik	$I_{geo} \geq 5$ Aşırı kirlilik
Potansiyel Ekolojik Risk Faktörü (Er^i)						
$Er^i < 40$ düşük	$40 \leq Er^i < 80$ orta	$80 \leq Er^i < 160$ ciddi	$160 \leq Er^i < 320$ yüksek	$320 \geq Er^i$ çok yüksek		
Ortalama Etki Aralığı Medyanı Oranı (m-ERM-Q)						
m-ERM-Q < 0.1 %9 toksik	0.11 < m-ERM-Q < 0.5 %21 toksik		0.51 < m-ERM-Q < 1.5 %49 toksik	m-ERM-Q > 1.5 %76 toksik		
Ortalama Muhtemel Etki Seviyesi Oranı (m-PEL-Q)						
m-PEL-Q < 0.1 etkilenmemiş			0.1 < m-PEL-Q < 1 ksmen etkilenmiş		m-ERM-Q > 1 yüksek etkilenmiş	

PEL: Olası etki seviyesi, TEL: Sınır etki seviyesi Smith vd. (1996)
ERM: Etki aralığı ortancası, ERL: Etki aralığı alt sınırı Long ve Morgan (1991)
Ref: Endüstri öncesi referans değerler Turekian ve Wedepohl (1961)

Çizelge 4. Sedimentte kirlilik değerlendirme yöntemleri

	<i>Kontaminasyon Faktörü (C_f^i)</i>									C_d	mC_d
	Fe	Al	Zn	Mn	Cr	Ni	Cu	As	Pb		
B- 1.ist	2,05	1,42	2,33	2,27	3,72	4,46	2,04	L.A	L.A	18,29	2,03
B- 2.ist	2,54	1,31	3,04	3,10	L.A	10,41	2,31	10,54	L.A	33,25	3,69
B- 3.ist	1,24	1,13	0,93	1,46	3,14	0,88	0	L.A	L.A	8,78	0,98
	<i>Zenginleştirme Faktörü (EF)</i>									$m-RM-Q$	ΣTUs
	Fe	Al	Zn	Mn	Cr	Ni	Cu	As	Pb		
B- 1.ist	1,00	1,14	1,00	0,69	1,11	1,82	2,18	0,00	0,00	1,05	13,31
B- 2.ist	0,91	1,20	1,00	0,52	1,22	0,00	4,11	4,16	0,00	1,90	29,17
B- 3.ist	0,00	0,75	1,00	0,91	1,18	2,54	0,71	0,00	0,00	0,39	5,09
	<i>Jeoakümülyasyon İndeksi (I_{geo})</i>										
	Fe	Al	Zn	Mn	Cr	Ni	Cu	As	Pb		
B- 1.ist	0,45	0,63	0,45	-0,08	0,60	1,31	1,57	0,00	0,00		
B- 2.ist	0,62	1,02	0,76	-0,20	1,05	0,00	2,80	2,81	0,00		
B- 3.ist	0,00	-0,70	-0,28	-0,41	-0,04	1,07	-0,77	0,00	0,00		
	<i>Potansiyel Ekolojik Risk Faktörü (PERI)</i>										
	Fe	Al	Zn	Mn	Cr	Ni	Cu	As	Pb		
B- 1.ist	10,20	2,33	0,00	0,00	2,27	7,44	22,30	0,00	0,00		
B- 2.ist	11,55	3,04	0,00	0,00	3,10	0,00	52,05	105,40	0,00		
B- 3.ist	0,00	0,93	0,00	0,00	1,46	6,28	4,40	0,00	0,00		
	<i>Ortalama Muhtemel Etki Seviyesi Oranı (M-PEL-Q)</i>										
	Fe	Al	Zn	Mn	Cr	Ni	Cu	As	Pb		
B- 1.ist	1,48	1,43	1,35	1,35	1,35	1,35	0,00	0,00	0,00		
B- 2.ist	3,24	3,18	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	0,90	0,00		
B- 3.ist	0,57	0,57	0,53	0,53	0,53	0,53	0,19	0,00	0,00		

C_d : Kontaminasyon derecesi

mC_d : modifiye kontaminasyon derecesi

$m-ERM-Q$: Ortalama etki aralığı medyanı oranı

ΣTUs : Toksik üniteler toplamı

B: Beşehir

4. SONUÇ

Beyşehir gölü su sonuçlarına göre, tarım arazilerinin olduğu bölgede yapılan istasyon olan 3.istasyonda diğer istasyonlara göre daha fazla metal birikiminin olduğu tespit edilmiştir. Çalışılan bölgelerin sedimentlerinin ise, istasyonlar bazında farklılık olmakla birlikte Cr, Zn, Cu, Mn, Ni ve As gibi metallerce yüksek oranda kirli sınıfa dahil oldukları, çoğu metal birikimleri arasında istatistiki olarak anlamlı bir birikim farkı olduğu görülmektedir. Sediment kirlilik değerlendirmesinde pek çok jeokimyasal yöntem kullanılmıştır. Yöntemlerin sonuçlarına göre, sudaki metal birikiminin 3.istasyonda yoğun olmasına karşın; sedimentte 2.istasyonun diğer istasyonlara göre daha kontamine ve toksik olduğu tespit edilmiştir. Ortalama etki aralığı medyanı oranına göre 2.istasyonun %76 oranında toksik olduğu, As açısından orta seviyede diğer metaller açısından ise yüksek oranda etkilenmiş olduğu görülmektedir. Bu durum PERI değerlendirmelerinden de görüldüğü üzere, sedimentteki kontaminantların canlılar üzerindeki potansiyel toksik etkisinin ciddi seviyede olduğunu göstermektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Tübitak 112Y373 nolu projeye desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Abraham G M S & Parker R J (2008). Assessment of heavy metal enrichment factors and the degree of contamination in marine sediments from Tamaki Estuary, Auckland, New Zealand. *Environmental Monitoring and Assessment* **136**(1-3): 227-238
- Altındağ A & Yiğit S (2005). Assessment of heavy metal concentrations in the food web of lake Beyşehir, Turkey. *Chemosphere* **60**(4): 552-556
- Atalar M, Kucuksezgin F, Duman M & Gonul L T (2013). Heavy metal concentrations in surficial and core sediments from Izmir Bay: An assessment of contamination and comparison against sediment quality benchmarks. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* **91**(1): 69-75
- Balık İ & Tunca E (2015). A Review of Sediment Contamination Assessment Methods. *Journal of Maritime and Marine Sciences* **1**(1): 32-42
- Banerjee S, Kumar A, Maiti S K & Chowdhury A (2016). Seasonal variation in heavy metal contaminations in water and sediments of Jamshedpur stretch of Subarnarekha river, India. *Environmental Earth Sciences* **75**(3): 1-12
- Bonnail E, Sarmiento A M, DelValls T A, Nieto J M & Riba I (2016). Assessment of metal contamination, bioavailability, toxicity and bioaccumulation in extreme metallic environments (Iberian Pyrite Belt) using *Corbicula fluminea*. *Science of the Total Environment* **544**:1031-1044
- Carr R S, Long E R, Windom H L, Chapman D C, Thursby G, Sloane G M & Wolfe D A (1996). Sediment quality assessment studies of Tampa Bay, Florida. *Environmental Toxicology and Chemistry* **15**(7): 1218-1231

- Frémion F, Bordas F, Mourier B, Lenain J F, Kestens T & Courtin-Nomade A (2016). Influence of dams on sediment continuity: A study case of a natural metallic contamination. *Science of the Total Environment* **547**:282-294
- Frena M, Bataglioni G A, Tonietto A E, Eberlin M N, Alexandre M R & Madureira L A S (2016). Assessment of anthropogenic contamination with sterol markers in surface sediments of a tropical estuary (Itajaí-Açu, Brazil). *Science of the Total Environment* **544**:432-438
- Gao W, Du Y, Gao S, Ingels J & Wang D (2016). Heavy metal accumulation reflecting natural sedimentary processes and anthropogenic activities in two contrasting coastal wetland ecosystems, eastern China. *Journal of Soils and Sediments* **16**(3): 1093-1108
- Gedik K & Boran M (2013). Assessment of metal accumulation and ecological risk around rize harbor, Turkey (Southeast Black Sea) affected by copper ore loading operations by using different sediment indexes. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* **90**(2): 176-181
- Guo Y & Yang S (2016). Heavy metal enrichments in the Changjiang (Yangtze River) catchment and on the inner shelf of the East China Sea over the last 150years. *Science of the Total Environment* **543**:105-115
- Hakanson L (1980). An ecological risk index for aquatic pollution control. A sedimentological approach. *Water Research* **14**:975-1001
- Kalender L & Çiçek Uçar S (2013). Assessment of metal contamination in sediments in the tributaries of the Euphrates River, using pollution indices and the determination of the pollution source, Turkey. *Journal of Geochemical Exploration* **134**:73-84
- Kankiliç G B, Tüzün I & Kadioğlu Y K (2013). Assessment of heavy metal levels in sediment samples of Kapulukaya Dam Lake (Kirikkale) and lower catchment area. *Environmental Monitoring and Assessment* **185**(8): 6739-6750
- Kükrer S, Erginal A E, Şeker S & Karabıyıkoglu M (2015). Distribution and environmental risk evaluation of heavy metal in core sediments from Lake Çıldır (NE Turkey). *Environmental Monitoring and Assessment* **187**(7):
- Kükrer S, Seker S, Abaci Z T & Kutlu B (2014). Ecological risk assessment of heavy metals in surface sediments of northern littoral zone of Lake Çıldır, Ardahan, Turkey. *Environmental monitoring and assessment* **186**(6): 3847-3857
- Liu S, Shi X, Yang G, Khokiattiwong S & Kornkanitnan N (2016). Concentration distribution and assessment of heavy metals in the surface sediments of the western Gulf of Thailand. *Environmental Earth Sciences* **75**(4): 1-14
- Long E R, Field L J & MacDonald D D (1998). Predicting toxicity in marine sediments with numerical sediment quality guidelines. *Environmental Toxicology and Chemistry* **17**(4): 714-727
- Müller G (1969). Index of geoaccumulation in sediments of the Rhine River. *GeoJournal* **2**:108-118
- Nirmala K, Ramesh R, Ambujam N K, Arumugam K & Srinivasalu S (2016). Geochemistry of surface sediments of a tropical brackish water lake in South Asia. *Environmental Earth Sciences* **75**(3): 1-11
- Omar W A, Saleh Y S & Marie M A S (2016). The use of biotic and abiotic components of Red Sea coastal areas as indicators of ecosystem health. *Ecotoxicology* **25**(2): 253-266
- Perin G, Bonardi M, Fabris R, Simoncini B, Manente S, Tosi L & Scotto S (1997). Heavy Metal Pollution in Central Venice Lagoon Bottom Sediments: Evaluation of the Metal Bioavailability by Geochemical Speciation Procedure. *Environmental Technology* **18**(6): 593-604
- Tunca E, Üçüncü E, Kurtuluş B, Ozkan A D & Atasagun S (2013a). Accumulation trends of metals and a metalloid in the freshwater crayfish *Astacus leptodactylus* from Lake Yenicağa (Turkey). *Chemistry and Ecology* **29**(8): 754-769

- Tunca E, Üçüncü E, Kurtuluş B, Ozkan A D & Atasagun S (2013b). Accumulation trends of metals and a metalloid in the freshwater crayfish *Astacus leptodactylus* from Lake Yeniçağa (Turkey). *Chemistry and Ecology* **29**(8): 754-769
- Ucuncu E, Tunca E, Fikirdesici S & Altindag A (2013). Decrease and increase profile of Cu, Cr and Pb during stable phase of removal by duckweed (*Lemna minor* L.). *Int J Phytoremediation* **15**(4): 376-84
- Ünlü S & Alpar B (2015). An assessment of metal contamination in the shelf sediments at the southern exit of Bosphorus Strait, Turkey. *Toxicological and Environmental Chemistry* **97**(6): 723-740
- Yilgor S, Kucuksezgin F & Ozel E (2012). Assessment of metal concentrations in sediments from Lake Bafa (Western Anatolia): An index analysis approach. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* **89**(3): 512-518

B-Scroll Weingarten Surface

Süleyman Şenyurt^{1*}, Abdussamet Çalışkan²

^{1,2} Faculty of Arts and Sciences, Department of Mathematics, Ordu University,
Ordu/Turkey

Abstract

In this paper, firstly, anchor curve, which is helix curve, of the B- scroll surface was shown as a Weingarten surface in this study. Secondly, shape operator, fundamental forms, asymptotic curve, Gaussian curvature, mean curvature and Christoffel symbols of the B- scroll Weingarten surface were calculated. Lastly, it was indicated that B- scroll Weingarten surface has not parallel surface.

Key Words: B- scroll, Weingarten surface, Asymptotic curve, Gaussian curvature, Mean curvature, Christoffel symbols, Anchor curve, Striction curve

Mathematics Subject Classification (2010): 53A04, 53A05.

Özet

Bu çalışmada, ilk olarak dayanak eğrisi helis olarak alındığında oluşan B- scroll yüzeyin bir Weingarten yüzey olduğu gösterildi. Daha sonra, oluşan bu yüzeyin şekil operatörü, temel formları, asimptotik eğrisi, Gaus eğriliği, ortalama eğrilik ve Christoffel sembolleri hesaplanmıştır. Son olarak, B- scroll Weingarten yüzeyin bir paralel yüzey olmadığı gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: B- scroll, Weingarten yüzey, Asymptotic eğri, Gaussian eğrilik, Ortalama eğrilik, Christoffel sembolleri, Striction eğrisi

Mathematics Subject Classification (2010): 53A04, 53A05.

* senyurtsuleyman@hotmail.com

1. INTRODUCTION

Three-dimensional space is often used in mathematics without being formally defined. Looking at the corner of a room, one can picture the familiar process by which rectangular coordinate axes are introduced and three numbers are measured to describe the position of each point. A precise definition that realizes this intuitive picture may be obtained by this device instead of saying that three numbers describe the position of a point. Examples of surfaces abound in everyday life: Balloons, tubes, cans, the surface of our planet earth are all physical models of surfaces. In order to study the geometry of these objects, one needs coordinates to make calculations. Of course, all these surfaces can be thought of as embedded in Euclidean space E^3 – which means 3 coordinates. But just as a (space) curve needs only 1 coordinate, the very definition of a surface is that it can be described using just two coordinates: We are used to describe points on the surface of the earth by the two geographical coordinates: longitude and latitude and One can produce cylindrical cans by rolling a plane (2-dimensional) piece of metal. The surface is said to be “ruled” if it is generated by moving a straight line continuously in Euclidean space (van-Brunt & Grant 1996).

Ruled surfaces are one of the simplest objects in geometric modeling. The results is that if engineers are planning to construct something with curvature, they can use a ruled surface since all the lines are straight. The basis notions about ruled surfaces in are given in (Hacısalıhoğlu 1994). It is well-known that, if a curve is differentiable in an open interval, at each point, a set of mutually orthogonal unit vectors can be constructed. And these vectors are called Frenet frame or moving frame vectors. The rates of these frame vectors along the curve define curvatures of the curves. B-scrolls are non-developable ruled surfaces. B-scroll over null curves with null rulings in 3-dimensional Lorentzian space form has been introduced by L. K. Graves, (Graves 1979). Kılıçoğlu defined and worked on involute curves and involute B-scroll of any curve in E^3 , (Kılıçoğlu 2011). When β is considered as the involute of the α curve, Frenet vectors, curvature and torsion of β are given, respectively depending on the angle, φ which is between W Darboux vector and B binormal vector of α curve. In this case Gaussian and mean curvatures, I. and II. Fundamental forms of B-scroll generated by involute curve have been calculated. Finally the involute B-scrolls generated by helix curve have drawn application, (Şenyurt 2014). A surface in E^3 is called a Weingarten surface if there is some relation between its two principal curvature K and H are not independent of one another, that is, if there is a smooth function Φ of two variables such that $\Phi(H, K) = 0$. Weingarten surface is a classical topic in

differential geometry, as introduced by Weingarten, ((Weingarten 1861), (Weingarten 1863),). Applications of Weingarten surfaces on computer aided design and shape investigation can seen in (van-Brunt & Grant 1996). E. Beltrami and U. Dini proved that a helicoidal ruled surface is the only non-developable Weingarten ruled surface in E^3 , ((Beltrami 1865-1866), (Dini 1865-1866)). This result is later reproved by W. Kühnel, (Kühnel 1994). It has been obtained that parallel surfaces of a ruled Weingarten surface are also Weingarten surfaces. It has been shown that the parallel surfaces of a developable ruled surface are ruled Weingarten surfaces, (Ziya Savcı 2011). Sipus studied ruled Weingarten surfaces in Galilean space, (Sipus 2008). Weingarten surfaces are surfaces of revolution, tubes around curves where one principal curvature is constant, helicoidal surfaces, surfaces of constant Gaussian curvature and surfaces of constant mean curvature, (Kühnel & Steller 2005).

2. PRELIMINARIES

The Euclidean 3-space E^3 be inner product given by $\langle , \rangle = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2$ where $(x_1, x_2, x_3) \in E^3$. Let $\alpha : I \rightarrow E^3$ be a unit speed curve denote by $\{T, N, B\}$ the moving Frenet frame. For an arbitrary curve $\alpha \in E^3$, with first and second curvature, κ and τ respectively, the Frenet formulae is given by (Do Carmo 1976)

$$\begin{cases} T' = \kappa N \\ N' = -\kappa T + \tau B \\ B' = -\tau N. \end{cases} \quad (2.1)$$

A regular parametrization of a subset $M \subset P^3$ is a one-to-one function

$$\varphi : U \rightarrow M \subset P^3 \text{ so that } \varphi_u \wedge \varphi_v \neq 0$$

for some open set $U \subset P^2$. A connected subset $M \subset P^3$ is called a **surface** if each point has a neighborhood that is regularly parametrized. There are two unit vectors orthogonal to the tangent plane $T_p M$. Given a regular parametrization φ we know that $\varphi_u \wedge \varphi_v$ is a nonzero vector orthogonal to the plane spanned by φ_u and φ_v ; we obtain the corresponding unit vector by taking

$$N = \frac{\varphi_u \wedge \varphi_v}{\|\varphi_u \wedge \varphi_v\|}$$

This is called the unit normal of the parametrized surface, (O'Neill 1997).

Definition 1.1 If p is a point of M , then for each tangent vector X to at p , let

$$S_p(X) = D_X N,$$

where N is a unit normal vector field on a neighborhood of p in M . S_p is called the shape operator of M at p derived from N , (O'Neill 1997).

It is defined the first fundamental form, the second fundamental form and third fundamental form, as follow, respectively. If $X, Y \in \chi(M)$, we have

$$\begin{aligned} I(X, Y) &= \langle X, Y \rangle = Edu^2 + 2Fdudv + Gdv^2, \\ II(X, Y) &= \langle S(X), Y \rangle = \ell du^2 + 2mdudv + ndv^2, \\ III(X, Y) &= \langle S(X), S(Y) \rangle = edu^2 + 2fdudv + gdv^2. \end{aligned} \quad (2.2)$$

Working in a parametrization, we have the natural basis $\{\varphi_u, \varphi_v\}$, and so it is defined

$$\begin{aligned} E &= \langle \varphi_u, \varphi_u \rangle, F = \langle \varphi_u, \varphi_v \rangle, G = \langle \varphi_v, \varphi_v \rangle, \\ \ell &= -\langle \varphi_{uu}, N \rangle, m = -\langle \varphi_{uv}, N \rangle, n = -\langle \varphi_{vv}, N \rangle, \\ e &= \langle N_u, N_u \rangle, f = \langle N_u, N_v \rangle, g = \langle N_v, N_v \rangle. \end{aligned} \quad (2.3)$$

where E, F, G, ℓ, m, n and e, f, g are the coefficients of the first, second and third fundamental form, respectively, (Shifrin 2010).

Definition 1.2 Let X_p be a unit vector tangent to $M \subset \mathbb{P}^3$ at a point p . Then the number $k(X_p) = \langle S(X_p), X_p \rangle$ is called the normal curvature of M in the X_p direction, (O'Neill 1997).

Definition 1.3 A regular curve α in $M \subset \mathbb{P}^3$ is an asymptotic curve provided its velocity α' always points in an asymptotic direction. Thus α asymptotic curve if and only if

$$k(\alpha') = \langle S(\alpha'), \alpha' \rangle = 0, \text{ (O'Neill 1997)..}$$

Definition 1.4 Gaussian and mean curvatures of the M surface is

$$K = \det S_p = \frac{\ell n - m^2}{EG - F^2} \text{ and } H = \text{tr} S_p = \frac{\ell G - 2mF + nE}{EG - F^2}. \quad (2.4)$$

where E, F, G and ℓ, m, n are the coefficients of the first and second fundamental form, S_p is the shape operator of M at a point p , ((Sabuncuoğlu 2001), (Hacısalihoğlu 1994)).

Definition 1.5 M is $(n-1)$ -space riemann manifold,

$\Gamma_{ij}^k : M \rightarrow \mathbb{P}$ ($i, j, k = 1, \dots, n$) the function is called Christoffel symbols, (Shifrin 2010).

$$\begin{aligned} \Gamma_{11}^1 &= \frac{E_u G - 2F_u F + E_v F}{2(EG - F^2)}, i = j = k = 1 \\ \Gamma_{11}^2 &= \frac{2F_u E - E_v E - E_u F}{2(EG - F^2)}, i = j = 1, k = 2 \\ \Gamma_{12}^1 &= \frac{GE_v - FG_u}{2(EG - F^2)}, i = k = 1, j = 2 \\ \Gamma_{12}^2 &= \frac{EG_u - FE_v}{2(EG - F^2)}, i = 1, j = k = 2 \\ \Gamma_{22}^1 &= \frac{2GF_v - GG_u - FG_v}{2(EG - F^2)}, i = j = 2, k = 1 \\ \Gamma_{22}^2 &= \frac{G_v E - 2FF_v + FG_u}{2(EG - F^2)}, i = j = k = 2. \end{aligned} \tag{2.5}$$

These values are the provision on the M surface of the Christoffel symbols, (Gray 2006).

A differentiable one-parameter family of (straight) lines $\alpha(u), X(u)$ is a correspondence that assigns to each $u \in I$ a point $\alpha(u) \in P^3$ and a vector $X(u) \in P^3, X(u) \neq 0$, so that both $\alpha(u)$ and $X(u)$ depend differentially on u . For each $u \in I$, the line L which passes through $\alpha(u)$ and is parallel to $X(u)$ is called the line of the family at u . Given a one-parameter family of lines $\alpha(u), X(u)$ the parametrized surface

$$\varphi(u, v) = \alpha(u) + vX(u), u \in I, v \in P \tag{2.6}$$

is called the **ruled surface** generated by the family $\alpha(u), X(u)$. The lines L , are called the rulings, and the curve $\alpha(u)$ is called a anchor of the surface φ , (Do Carmo 1976).

Definition 1.6 Let striction curve and generator vector of $\varphi(u, v)$ ruled surface be $\bar{\alpha}(s)$ and $X(s)$, respectively. In this situation, parametric equations of striction curve is

$$\bar{\alpha}(s) = \alpha(s) - \frac{\langle X'(s), \alpha'(s) \rangle}{\|X'(s)\|^2} X(s). \tag{2.7}$$

Theorem 1.1 S is the matrix corresponding to the shape operator of B-scroll surface, the matrix is, (Kılıçoğlu 2006).

$$S = \begin{pmatrix} \frac{\kappa - \nu\tau' + \nu^2\kappa\tau^2}{(1 + \nu^2\tau^2)^{\frac{3}{2}}} & \frac{-\tau}{1 + \nu^2\tau^2} \\ \frac{-\tau}{1 + \nu^2\tau^2} & 0 \end{pmatrix} \quad (2.8)$$

Theorem 1.2 Gaussian and mean curvatures of the B-scroll surface is

$$K = \frac{-\tau^2}{(1 + \nu^2\tau^2)^2} \text{ and } H = \frac{\nu^2\tau^2\kappa + \kappa - \nu\tau'}{(1 + \nu^2\tau^2)^{\frac{3}{2}}} \quad (2.9)$$

((Kılıçoğlu 2006) , (Şenyurt 2014)).

Let M_1, M_2 be two surface oriented by U and let N be a unit normal vector field. If there is a mapping $f : M_1 \rightarrow M_2$ to be

$$f(P) = P + rN, r \in \mathbb{P}, P \in M \quad (2.10)$$

then M_2 is called the **parallel surface** of M_1 , ((Kılıçoğlu 2006), (Hacısalihoglu 1994), (O'Neill 1997)).

Definition 1.7 Surface M to be the Weingarten surfaces, having a nontrivial functional relation between their Gaussian K and mean curvature H , (Sipus 2008)

$$\Phi(H, K) = 0.$$

Theorem 1.3 Let $M \subset E^3$ be a surface. For surfaces of class M , Weingarten surfaces are exactly those surfaces whose gradients of K and H are linearly dependent which gives , (Sipus 2008).

$$K_u H_v - K_v H_u = 0 \quad (2.11)$$

Theorem 1.4 The parallel surface of a ruled Weingarten surface are also Weingarten surfaces. The parallel surface of a developable ruled surface are ruled Weingarten surfaces, (Ziya Savcı 2011).

3. B-SCROLL WEINGARTEN SURFACE

In this subsection, It was shown to be a Weingarten surface of the B-scroll surface and we found that some of its most important geometric properties belong to the this surface. Later, the relation between striction curve and anchor curve was given. Lastly, we said that B-scroll Weingarten surface has not parallel surface.

Theorem 3.1 B-scroll surface is Weingarten surface $\Rightarrow \kappa$ and τ values are constant.

Proof. Parametric equation of the B-scroll surface is

$$\varphi(u, v) = \alpha(u) + vB(u). \quad (3.1)$$

From the equation (2.9), Gaussian and mean curvatures of the B-scroll surface are

$$K = \frac{-\tau^2}{(1+v^2\tau^2)^2} \text{ and } H = \frac{v^2\tau^2\kappa + \kappa - v\tau'}{(1+v^2\tau^2)^{\frac{3}{2}}}, \quad (3.2)$$

respectively. The (2.11) equation is needed for Weingarten surface to be a B-scroll surface. In the (3.2) equation, the derivatives of K, H with respect to u and v are

$$K_u = \frac{-2\tau\tau'(1-v^2\tau^2)}{(1+v^2\tau^2)^3}, K_v = \frac{4v\tau^4}{(1+v^2\tau^2)^3},$$

$$H_u = \frac{[v^2(2\tau\tau'\kappa + \kappa'\tau^2) + \kappa' - v\tau''](1+v^2\tau^2) - 3\tau\tau'v^2(v^2\tau^2\kappa + \kappa - v\tau')}{(1+v^2\tau^2)^{\frac{5}{2}}},$$

$$H_v = \frac{(2v\tau^2\kappa - \tau')(1+v^2\tau^2) - 3v\tau^2(v^2\tau^2\kappa + \kappa - v\tau')}{(1+v^2\tau^2)^{\frac{5}{2}}}.$$

If these results are written instead of the (2.11), equation is

$$K_u H_v - K_v H_u = \frac{-2\tau\tau'(1-v^2\tau^2)[(2v\tau^2\kappa - \tau')(1+v^2\tau^2) - 3v\tau^2(v^2\tau^2\kappa + \kappa - v\tau')] - 4v\tau^4[(v^2(2\tau\tau'\kappa + \kappa'\tau^2) + \kappa' - v\tau'')(1+v^2\tau^2) - 3\tau\tau'v^2(v^2\tau^2\kappa + \kappa - v\tau')]}{(1+v^2\tau^2)^{\frac{11}{2}}}.$$

$\kappa' = 0$ and $\tau' = 0$ are provided for Weingarten surface to be a B-scroll surface. Then the κ and τ must be a constant size. So, anchor curve of the B-scroll surface must be helical curve.

Theorem 3.2 The shape operator of B-scroll Weingarten surface, S is

$$S = \begin{pmatrix} \frac{\kappa}{\sqrt{1+v^2\tau^2}} & \frac{-\tau}{1+v^2\tau^2} \\ \frac{-\tau}{1+v^2\tau^2} & 0 \end{pmatrix} \quad (3.3)$$

Proof. $\tau' = 0$ is for Weingarten surface to be a B-scroll surface. Given the equation (2.8), the proof is complete.

Theorem 3.3 Gaussian and mean curvatures of the B-scroll Weingarten surface is

$$K = \frac{-\tau^2}{(1+v^2\tau^2)^2} \text{ and } H = \frac{\kappa}{\sqrt{1+v^2\tau^2}}. \quad (3.4)$$

Proof. From the equations (2.4) and (3.3), Gaussian and mean curvatures of the B-scroll Weingarten surface are

$$K = \det S = \frac{-\tau^2}{(1+v^2\tau^2)^2} \text{ and } H = \frac{\kappa}{\sqrt{1+v^2\tau^2}}.$$

Theorem 3.4 Let $Y_p = \frac{\varphi_v}{I\phi_v\Pi} \neq 0$ be a tangent vector on B-scroll Weingarten surface. This vector is called the asymptotic direction of the surface and the curve whose tangent vector is Y_p is called as the asymptotic line of this surface.

Proof. Let $X_p = \frac{\varphi_u}{I\phi_u\Pi}$, $Y_p = \frac{\varphi_v}{I\phi_v\Pi}$ be two tangent vector on B-scroll Weingarten surface. By substituting (3.3), definition (2.3), we get

$$S(Y_p) = \frac{-\tau}{1+v^2\tau^2} X_p,$$

$$k(Y_p) = \langle S(Y_p), Y_p \rangle = \left\langle \frac{-\tau}{\sqrt{1+v^2\tau^2}} X_p, Y_p \right\rangle = 0.$$

Then Y_p vector is called the asymptotic direction of the surface and the curve whose tangent vector is Y_p is called as the asymptotic line of this surface.

Theorem 3.5 The first fundamental form, the second fundamental form and third fundamental form of B-scroll Weingarten surface are, respectively

$$\begin{aligned} I &= (1 + v^2\tau^2)du^2 + dv^2, \\ II &= \kappa(1 + v^2\tau^2)du^2 - 2\tau dudv, \\ III &= (\kappa(1 + v^2\tau^2) + \tau^2)du^2 - 2\kappa\tau dudv + \tau^2 dv^2. \end{aligned} \quad (3.5)$$

Proof. From the (2.3), E, F, G, ℓ, m, n and e, f, g the coefficients of the first fundamental form, the second fundamental form and third fundamental form of B-scroll Weingarten surface are, as follow:

$$\begin{aligned} E &= \langle \varphi_u, \varphi_u \rangle = 1 + v^2\tau^2, \\ F &= \langle \varphi_u, \varphi_v \rangle = 0, \\ G &= \langle \varphi_v, \varphi_v \rangle = 1, \\ \ell &= \langle \varphi_u, N_u \rangle = \kappa(1 + v^2\tau^2), \\ m &= \langle \varphi_u, N_v \rangle = -2\tau, \\ n &= \langle \varphi_v, N_v \rangle = 0, \end{aligned} \quad (3.6)$$

$$\begin{aligned} e &= \langle N_u, N_u \rangle = \kappa(1 + v^2\tau^2) + \tau^2, \\ f &= \langle N_u, N_v \rangle = -2\kappa\tau, \\ g &= \langle N_v, N_v \rangle = \tau^2. \end{aligned}$$

By substituting (2.2), we get

$$\begin{aligned} I &= (1 + v^2\tau^2)du^2 + dv^2, \\ II &= \kappa(1 + v^2\tau^2)du^2 - 2\tau dudv, \\ III &= (\kappa(1 + v^2\tau^2) + \tau^2)du^2 - 2\kappa\tau dudv + \tau^2 dv^2. \end{aligned}$$

From the equation (2.5), the provisions on the B-scroll Weingarten surface of the Christoffel symbols are

$$\begin{aligned} \Gamma_{11}^1 &= \frac{E_u G - 2F_u F + E_v F}{2(EG - F^2)} = 0, \\ \Gamma_{11}^2 &= \frac{2F_u E - E_v E - E_u F}{2(EG - F^2)} = -v\tau^2, \end{aligned}$$

$$\Gamma_{12}^1 = \frac{GE_v - FG_u}{2(EG - F^2)} = \frac{v\tau^2}{1 + v^2\tau^2},$$

$$\Gamma_{12}^2 = \frac{EG_u - FE_v}{2(EG - F^2)} = 0,$$

$$\Gamma_{22}^1 = \frac{2GF_v - GG_u - FG_v}{2(EG - F^2)} = 0,$$

$$\Gamma_{22}^2 = \frac{G_vE - 2FF_v + FG_u}{2(EG - F^2)} = 0.$$

Theorem 3.6 Let striction curves of $\varphi(u, v)$ ruled surface be α . Then, the relation between striction curve and anchor curve is, $\alpha(s) = \bar{\alpha}(s)$.

Proof. By substituting (2.1) and (2.7), then we can write

$$\begin{aligned} \bar{\alpha}(s) &= \alpha(s) - \frac{\langle B'(s), \alpha'(s) \rangle}{\mathbf{I}B'(s)\mathbf{I}} B(s) \\ &= \alpha(s) - \frac{\langle -\tau(s)N(s), T(s) \rangle}{\mathbf{I}B'(s)\mathbf{I}} B(s) \\ &= \alpha(s) \end{aligned}$$

Theorem 3.7 B-scroll Weingarten surface has not parallel surface.

Proof. Let $\varphi^r(u, v)$ be the surface. From the equation (2.10), the surface is

$$\begin{aligned} \varphi^r(u, v) &= \varphi(u, v) + rN(u, v), \\ \varphi^r(u, v) &= \alpha(u) + vB(u) + r(-v\tau(u)T(u) - N(u)), \\ \varphi^r(u, v) &= \alpha(u) - rN(u) + v(-r\tau(u)T(u) + B(u)). \end{aligned} \tag{3.7}$$

$$N^r = \varphi_u^r \wedge \varphi_v^r = (1 + r\kappa)T - (vr\kappa\tau + v\tau)N - r\tau B.$$

N^r is the unit normal of the parametrized $\varphi^r(u, v)$ surface. The unit normal of the parametrized $\varphi(u, v)$ surface was

$$N = \varphi_u \wedge \varphi_v = -v\tau T - N.$$

Thus, N' and N are not linear dependent. Consequently, B-scroll Weingarten surface has not parallel surface.

4. ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by BAP (The Scientific Research Projects Coordination Unit), Ordu University.

REFERENCES

- Beltrami, E., Risoluzione di un Problema Relativo alla Teoria delle Superficie Gobbe, *Ann. Mat. Pura Appl.*, 7, 139–150, (1865-1866).
- Dini, U., Sulle Superficie Gobbe nelle quali uno dei due Raggi di Curvatura Principale é una Funzione Dell'altro, *Ann. Mat. Pura Appl.*, 7, 205–210, (1865/1866)
- Do Carmo, M. P., *Differential Geometry of Curves and Surfaces*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, (1976).
- Graves, L.K., Codimension one isometric immersions between Lorentz spaces, *Trans. Amer. Math. Soc.*, 252, 367–392, (1979)
- Gray, A., Abbena, E. and Salamon, S., *Modern Differential Geometry of Curves and Surfaces with Mathematica*, 3rd Edition, Chapman & Hall/CRC, (2006).
- Hacısalıhoğlu, H.H., *Differential Geometry*, Academic Press Inc. Ankara, (1994)
- Kılıçoğlu, Ş., On the Involute B–scrolls in E^3 , XIII. International Conference Geometry, Varna, Bulgaria, Integrability and Quantization, 3–8 (2011).
- Kılıçoğlu, Ş., B–Scrolls in Lorentz n – Space, Ph.D. Thesis, Ankara University Graduate School of Natural And Applied Sciences Department of Mathematics, (2006).
- Kühnel, W., Ruled W–surfaces, *Arch. Math.*, 62, 475–480, (1994).
- Kühnel, W. and Steller M., On Closed Weingarten Surfaces, *Monatsh. Math.*, 146, 113–126, (2005)
- O’Neill, B., *Elementary Differential Geometry*, 2nd ed. Academic Press, New York, (1997).
- Sabuncuoğlu, A., *Differential Geometry*, Nobel publicitaion, (2001).
- Shifrin T., *A First Course in Curves and Surfaces*, University of Georgia, (2010).
- Sipus, Z. M., Ruled Weingarten Surface in Galilean space, *Periodica Mathematica Hungarica*, 56(2), 213–225, (2008).
- Şenyurt, S., On Involute B–Scroll a New View, *Ordu Univ. J. Sci. Tech.*, 4(1), 59–74, (2014).
- van–Brunt, B. And Grant, K., Potential applications of Weingarten surfaces in CAGD. I: Weingarten surfaces and surface shape investigation, *Comput Aided Geom Des*, 13, 569–582, (1996)
- Weingarten, J., über eine Klasse auf einander abwickelbarer Flächen, *J Reine AngewMath*, 59, 382–393, (1861).

Weingarten, J., Über eine flächen, derer normalen eine gegebene flächeberühren, Journal für die Reine und Angewandte Mathematik, 62, 61-63, (1863).

Ziya Savcı, Ü., On the Parallel Ruled Weingarten Surfaces in 3-dimensional Euclid Space, PhD Thesis, Osmangazi University, Eskişehir, (2011).

Mikro Ark Oksidasyon (MAO) Yöntemi ile Al₂O₃ Alaşımı Üzerine Büyütülmüş Oksit Kaplamanın Adezyon Özelliklerinin İncelenmesi

Ebru Emine ŞÜKÜROĞLU

Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü

Özet

Alüminyum ve alaşımları sahip oldukları cazip ağırlıkları ve yüksek mukavemetleri nedeniyle havacılık sektörü başta olmak üzere, otomotiv, savunma sanayi ve biyomedikal uygulamalar gibi birçok mühendislik uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Alüminyum ve alaşımları normal şartlar altında yüzeyinde doğal bir oksit filmine sahiptir. Pasif oksit film olarak adlandırılan bu koruyucu tabakanın sahip olduğu zayıf adezyon özelliğinden dolayı agresif ortam saldırılarına karşı metal yüzeyinde tamamen koruma sağlayamamaktadır. Alüminyum alaşımlarının bu özelliğinin geliştirilmesi amacıyla yüzey iyileştirme çalışmaları yapılmaktadır. Son yıllarda Al alaşımları için kullanılan yüzey iyileştirmelerinden biri de Mikro Ark Oksidasyon (MAO) yöntemidir. Bu çalışmada MAO yöntemi kullanılarak farklı frekanslarda Al₂O₃ alaşımı üzerine oksit kaplaması büyütülmüş, büyütülen bu kaplama ile Al₂O₃ taban malzeme arasındaki adezyon özellikleri araştırılmıştır. Farklı frekanslarda büyütülen kaplamaların yapısal özellikleri, kristalografik analizleri SEM ve X- Ray difraktometre ile incelenmiştir. Büyütülen kaplamaların taban malzeme ile adezyon özellikleri ise çizme test cihazı ile belirlenmiştir.

Yapılan çalışmalar sonunda MAO ile büyütülen kaplamaların adezyon özellikleri üzerinde işlem frekansının etkili olduğu gözlenmiştir. Frekansın artması ile kaplamanın yüzey morfolojisinin değiştiği, gözeneklerin küçüldüğü ve yüzeydeki gözenek sayısının arttığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mikro ark oksidasyon; Al alaşımları; Adezyon Özellikleri

The Investigation of Adhesion Properties of Oxide Coatings on Al₂O₃ Coated By Micro Arc Oksidasyon (MAO) Process

Abstract

Aluminium and its alloys are common used at the engineering applications such as automotive, defense industry and biomedical applications because of their high resistant and excellent weight properties. Aluminium and its alloys have a native oxide film on the surface under normal condition results. This film does not completely protect the metal from attacks in aggressive environments, due to poor adhesion of passive oxide film. Surface improvement techniques are being carried out in order to develop this properties. In recent years, one of the surface techniques that is used for Al and its alloys is Micro Arc Oxidation (MAO) Process.

In this study, Al2014 materials were coated by MAO treatment at the different frequencies. The adhesion properties between this oxide coating and Al2014 substrate were investigated. The structural properties of coated Al2014 materials were analyzed by using X-Ray diffractometer and SEM. Adhesion properties were determined by using scratch tester.

At the end of the studies, it was observed that the frequency of processing was effective on the adhesion characteristics. With increasing frequency, surface morphology of the coating changed, pore size decreased and the number of pores in the surface increased.

Key Words: Micro Arc Oxidation; Al Alloys; Adhesion Properties

eesukuroglu@gumushane.edu.tr

1. GİRİŞ

Al ve alaşımları günümüzde geniş bir uygulama alanında kullanılmaktadırlar. Sahip oldukları düşük yoğunluk, yüksek mekanik özellikler ve korozyona karşı gösterdikleri direnç alüminyum ve alaşımlarının otomotiv, tıp, havacılık, kimyasal uygulamalar, spor, güç üniteleri gibi birçok endüstri alanında kullanımına neden olmaktadır. Günümüzde uçak sanayinden gıda endüstrisine kadar geniş bir alanda kullanılan alüminyum ve alaşımları üzerinde araştırmalar yoğun bir şekilde gelişerek devam etmektedir(Shi & Li 2006; Nie & Matthews 1999; 2000; Zhou 2007).

Bununla birlikte, Al ve alaşımları sahip oldukları düşük özgül ağırlıklarından dolayı tercih edilen malzemeler olmalarına karşın son yıllarda endüstriyel uygulamalardaki kullanımlarında bazı sınırlamaları da beraberinde getirmektedir. Bunun nedeni olarak yüzeylerinde bulunan pasif oksit tabakanın ısı işlem, tuzlu su gibi agresif ortamlarda korozyona ve aşınmaya karşı direnç kaybetmesi olarak gösterilebilir. Bu alaşımların yüzey özelliklerini değiştirerek sürtünme, aşınma ve korozyonu davranışlarını kontrol altına almak veya azaltmak için birçok çalışma yapılmaktadır. Bu amaçla termal, PVD (Khaled et al 2001), CVD, plazma nitrüleme (Korhonen& Harju 2000), plazma sprey (Chou & Chang 2002), plazma oksitleme (Bai et al 2005) gibi birçok yüzey modifikasyon teknikleri (Boyer et al 1994). Son yıllarda Al ve alaşımlarının yüzey problemlerinin iyileştirmesinde termokimyasal bir işlem olan Mikro-Ark Oksidasyon (MAO) veya Plazma Elektrolitik Oksidasyon (PEO) tekniği yaygın bir şekilde

kullanılmaktadır. Bu işlem plazma ortamında gerçekleştirilen bir elektrokimyasal yüzey işlemidir. Al ve alaşımlarının yüzey özelliklerini iyileştirmek, sürtünme, aşınma ve korozyon direncini artırmak için MAO yöntemi ile büyütülen seramik oksit tabakasının uygun bir yöntem olduğu görülmüş ve aynı zamanda bu tekniğin esnekliği, düşük maliyet ve çevre dostu olmasından dolayı da endüstriyel alanlarda kullanımının ümit verici olduğu belirlenmiştir (Bloyce et al 1998; Yerokhin&Snizhko 2003; Wang 2006). Bu çalışma da; Al2014 alaşımı üzerine farklı frekanslarda mikro ark oksidasyon (MAO) işlemi ile oksit kaplamaları büyütülmüştür. Büyütülen bu kaplama ile taban malzeme arasındaki adezyon özellikleri araştırılmıştır. Büyütülen kaplamalar üzerinde yapısal, morfolojik analizler ve adezyon testleri gerçekleştirilmiştir.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada 25x25x2 mm boyutlarında kimyasal bileşimleri Tablo 1 de verilen Al2014 alaşımı taban malzemesi olarak kullanılmıştır. MAO işleminden önce taban malzemeler farklı tane boyutlu SiC zımparalar ile $Ra \approx 0.1 \mu\text{m}$ pürüzlülük değerine parlatıldıktan sonra numuneler aseton, etanol ve saf su ile temizlenmiştir.

Al2014 alaşımlarının MAO işlemi Faraday Elektronik Ltd. tarafından üretilen kaplama sisteminde gerçekleştirilmiştir. Al2014 alaşımlarının MAO işlemi, elektrolit olarak kullanılan KOH, Na_2HPO_4 ve Na_2SiO_3 sulu çözeltisinde DC güç kaynağı kullanılarak unipolar modda sırasıyla 100, 300 ve 600 Hz çalışma frekansında 15 dakika işlem süresince 400 V sabit gerilimde gerçekleştirilmiştir. Tüm deneylerde numune anot, paslanmaz çelik banyo duvarı da katot olarak kullanılmıştır. Proses boyunca hazırlanmış olan elektrolit karıştırılmış ve 30 °C 'lik sıcaklığın üzerine çıkmaması için banyo duvarları içerisinden geçirilen su ile soğutulmuştur. MAO prosesinden sonra kaplanmış numuneler saf su ile yıkanarak kurutulmuştur.

Kaplama-taban malzeme adhezyon ölçümleri adhezyon test cihazı (Revetester by CSM Instruments) ile yapılmıştır. Adhezyon testleri 0.2 mm yarıçaplı Rockwell-C elmas uç kullanılarak 10 mm/dk bir kayma hızında ve artan yük altında gerçekleştirilmiştir.

MAO işlemi öncesi ve sonrası numunelerin faz analizleri $\lambda=1.5404 \text{ \AA}$ dalga boyunda Cu-K α kaynaklı Rigaku-2200D/Max X-Ray difraktometresi ile gerçekleştirilmiştir. XRD analizleri için 20-80° tarama aralığı, 2,5 derece/dak tarama hızı ve 0,1 derece tarama adımı seçilmiştir. Analiz sonrası elde edilen yansımalar JCPDS (Joint

Committee on Powder Diffraction Standarts) pik listeleri ile karşılaştırılarak fazlar tanımlanmıştır. Ayrıca MAO işlemi sonrası taban malzemeler üzerinde büyütülen kaplama kalınlığı, kaplanmış numunelerin kesit görüntüleri, yüzey topografyası ve aşınma testlerinden sonra oluşan aşınma izleri Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile incelenmiştir.

Çizelge 1. MAO işleminde kullanılan taban malzemesinin kimyasal bileşimleri (% ağırlık)

	Al	Cu	Mg	Mn	Fe	Si	Cr	Sn
Al2014	Bal.	5.0	0.68	0.58	0.23	0.83	0.04	0.03

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Kaplamaların Yapısal Karakterizasyonu

Farklı frekans değerlerinde Al2014 alaşımları üzerine uygulanmış MAO işlemi sonrası elde edilen yüzey morfolojileri ve kesit görüntüleri Şekil 1’de gösterilmiştir. MAO prosesinin doğasından kaynaklanan mikro boşalmalara (microdischarge) bağlı olarak taban malzeme üzerine büyütülen kaplamaların pürüzlü bir yüzeye, değişik boyutlarda çok sayıda taneye ve bazı büyük tanelerin uçlarında çok sayıda dairesel mikro gözeneklere sahip olduğu gözlenmiştir. Kaplama prosesi sırasında meydana gelen bölgesel erime ve bunu takip eden katılaşma izinin dairesel bir yol izlemesi kaplamada oluşan gözeneklerin dairesel bir geometriye sahip olmasına neden olur (Yaming et al 2006; Yerokhin et al 2003). Kaplamaların yüzey morfolojileri incelendiğinde bu dairesel gözenekler Şekil 1 de açık bir şekilde görülmektedir. Bu gözeneklerin daha büyük büyütme oranlarındaki örnek görüntüleri, büyütülen kaplamaların SEM yüzey morfoloji resimlerinin sağ köşesinde Şekil 1 de verilmiştir. Şekil 1 deki SEM görüntüleri incelendiğinde gözeneklerin boyutlarının ve yüzey üzerindeki dağılımlarının farklı frekans parametrelerine bağlı olarak değiştiği gözlenmiştir. 100 Hz frekansta büyütülen kaplamaların yüzeylerinde daha geniş gözenekler meydana gelirken frekans değeri arttıkça gözenek boyutundaki küçülmeler ve uniform dağılımlar tespit edilmiştir.

Gözeneklerin uniform ve uniform olmayan dağılımındaki bu farklılıkların nedeni ark kanalları içerisindeki lokal ergimelerden ve erimiş malzemenin dağılımından kaynaklandığı ileri sürülmektedir (Yerokhin et al 2003; Parvini et al 2008).

Şekil 1 aynı zamanda farklı frekanslarda büyütülen kaplamaların kesit görünüşlerini de içermektedir. Şekil 1 deki kesit görünüşleri incelendiğinde MAO büyütülen kaplamaların yapısının üç farklı bölgeden oluştuğu gözlenmiştir. Bu bölgeler taban malzemesi üzerinde yoğun iç geçiş tabakası (I), bu tabakayı izleyen yoğun ara tabaka (II) ve en dışta ise yoğun olmayan gözenek içeren kayıp tabaka (III) olarak sıralanmaktadır. Şekil 1 de görüldüğü gibi deney parametrelerinin farklı seviyelerine bağlı olarak farklı kaplama kalınlıkları elde edilmiştir. Ayrıca frekans değerlerinin tabaka kalınlıkları üzerinde etkili olduğu gözlenmiştir. En kalın geçiş tabakası 600 Hz frekans değerinde büyütülen kaplamada 10 µm olarak ele edilmiştir

MAO prosesi ile farklı frekans değerlerinde büyütülen kaplamaların XRD grafikleri Şekil 2’de verilmiştir. MAO işlemi ile büyütülen Al_2O_3 ’in $\alpha-Al_2O_3$ ve $\gamma-Al_2O_3$ olmak üzere farklı kristal yapılarda büyüdüğü literatürde detaylı bir şekilde verilmektedir (Xue & Zhang 2002; Jun & Zhuangzi 2002). MAO işlem süreci iki aşamada gerçekleşmektedir. Bu aşamalardan ilki; yüksek voltaj nedeniyle taban malzeme üzerindeki dielektrik stabilitenin kaybolması sonucu boşalma kanallarının oluşmasıdır. Bir diğer aşama ise taban malzemedan gelen Al ‘nin boşalma kanalları içerisinde oksitlenmesidir. Boşalma kanallarındaki sıcaklık ise 2.10^4 K olarak ölçülmüştür (Guanglianga & Xianyia 2002). Deşarj kanalları içerisinde bu sıcaklıkta ergiyen Al’nin elektrolitle teması ile hızlı bir katılma meydana gelmekte ve bu hızlı katılma sonucunda ise yarı kararlı $\gamma-Al_2O_3$ fazı oluşmaktadır (Dearnley & Gammersbach 1999). Fakat oluşan $\gamma-Al_2O_3$ ’nın sahip olduğu düşük ısı iletkenlik nedeniyle kaplamaların temel katmanı sıcak kalır ve yeterli yüksek sıcaklıktan dolayı, $\gamma-Al_2O_3$ ’den $\alpha-Al_2O_3$ ’e dönüşüm meydana gelir. Böylece kararlı ve yoğun $\alpha-Al_2O_3$ faz oranı kaplama-taban malzeme ara yüzüne kadar artarak devam eder (Özkara 2009).

En yüksek frekansa sahip olan deney şartlarında büyütülen kaplamalarda yüksek yoğunlukta $\alpha-Al_2O_3$ fazlarına rastlanmıştır. Kararlı $\alpha-Al_2O_3$ fazının oluşumunda yüksek frekans değerinin etkisi MAO işlemi sırasında boşalma kanalları içerisindeki sıcaklığın ve basıncın (2.10^4 K ve 102 MPa) çok yüksek değerlere ulaşması ile açıklanabilir

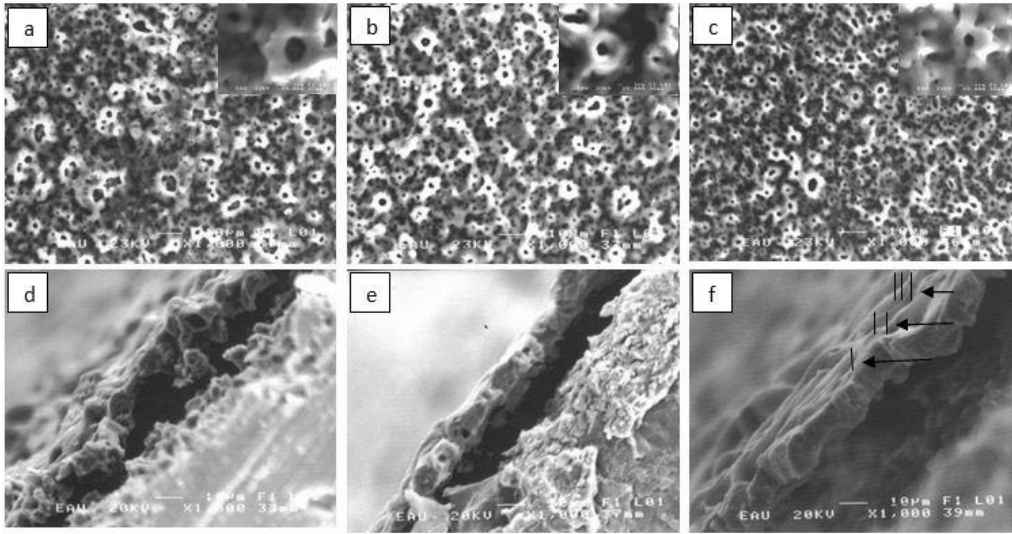
(Dearnley & Gammersbach 1999). Yüksek basınç ve sıcaklık kolay bir şekilde 6,28 fazının oluşumuna yardımcı olur. Ayrıca Frekans değerindeki artışa paralel olarak kaplama kalınlığının artması düşük termal iletkenliğe sahip γ -Al₂O₃'nin termal bariyer gibi davranarak kaplamanın ısınmasına neden olup ve α -Al₂O₃ fazının oluşumu kolaylaştırdığı düşünülmektedir.

3.2. Adezyon(Çizme (Scratch))Test Sonuçları

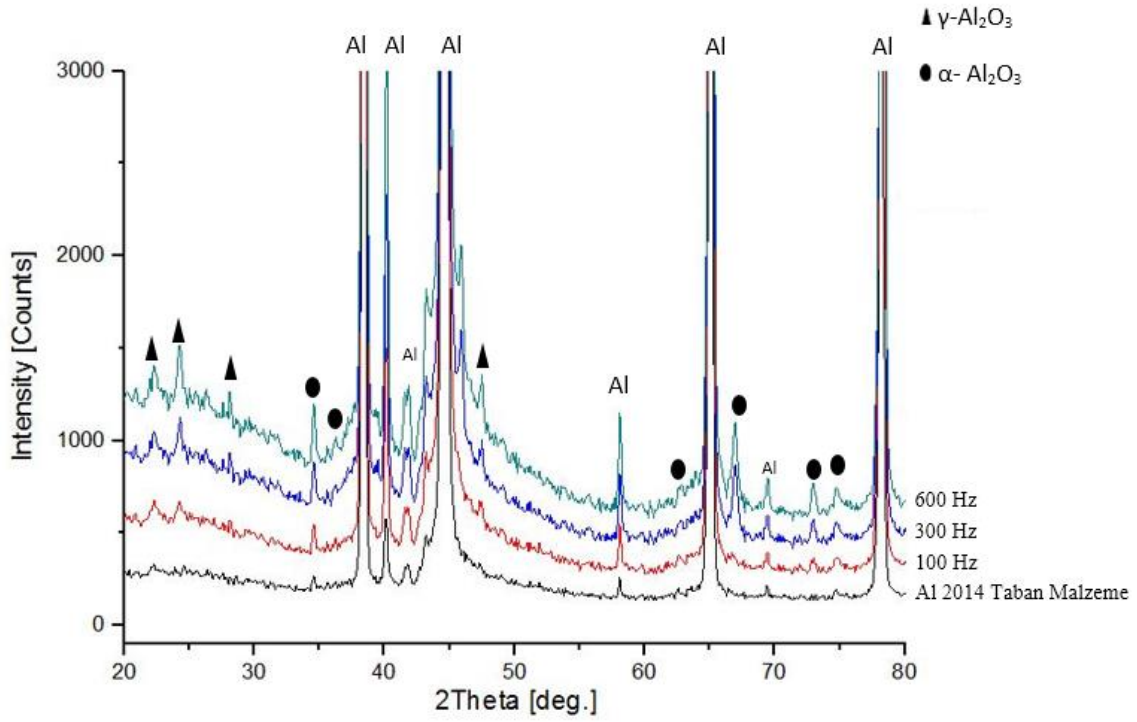
Çizme testi kaplama-taban malzeme adezyonu ölçmek için kullanılan bir yöntemdir (Perry et al 1998; Hinterman 1984; Perry 1983; Bull & Rickerby 1990). Bu yöntemde lineer olarak artan bir kuvvet, elmas uç vasıtasıyla kaplamayı çizerek hasara uğratmaya çalışır. Kaplamanın hasara uğradığı kuvvet kritik yük (Lc-Critical Load) olarak tanımlanır ve bu değer kaplama taban malzeme arasındaki adezyon kuvveti olarak kabul edilir. Çizme testlerindeki hasarlar kaplamanın ve taban malzemesinin sertliğine, uygulanan yüke, kaplamadaki artık gerilmeye ve kaplama kalınlığına bağlı olarak değişik biçimlerde meydana gelir. Bu hasarlar aşınma, chipping, cracking, flaking, buckling ve spalling (yontma, çatlama, pullanma, burkulma ve dökülmeler) şeklinde karşımıza çıkar. Çizme testinde lineer olarak artan yük altında kaplamayı hasara uğratan dört farklı kritik yük(Lc₁, Lc₂, Lc₃ ve Lc₄) tanımlanır. Bu kritik yüklerden Lc₁ çizme izi içinde yarı dairesel çatlak ve kısmi hasar oluşumu, Lc₂ izin uç kısımlarındaki adezif chippingler, Lc₃ kaplamanın taban malzemedan ayrılması ve Lc₄ ise kaplamanın tamamen hasara uğraması ile karakterize edilir (Stallar et al 2006). Literatürde oksit kaplamaların adezyon testlerinde kritik yük olarak Lc₂ değeri esas alınmaktadır (Stallar et al 2006).

Farklı frekans değerlerine göre Al üzerine büyütülen kaplamaların çizme testinden elde edilen artan yüke bağlı olarak değişen sürtünme katsayısını gösteren eğriler ve çizme iz görüntüleri Şekil 3'de verilmiştir. Bu çalışmada kaplamaları hasara uğratan adezyon kuvveti olarak Lc₂ değerleri dikkate alınmıştır. Çizme test sonuçları incelendiğinde farklı frekans parametrelerinde büyütülen kaplamaların Lc₁ değerleri bir birlerine oldukça yakındır. Al2014 taban malzeme üzerine büyütülen kaplamaların kohezif mukavemetini gösteren Lc₁'in oldukça düşük değerlere sahip olduğu ve bu değer 100 Hz frekans uygulandığında 15 N, 300 Hz frekans uygulandığında 17 N ve 600 Hz frekans uygulandığında 19 N olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte kaplamaların adezif hasarını tanımlayan Lc₂ değerlerinin Lc₁'e göre daha yüksek olduğu

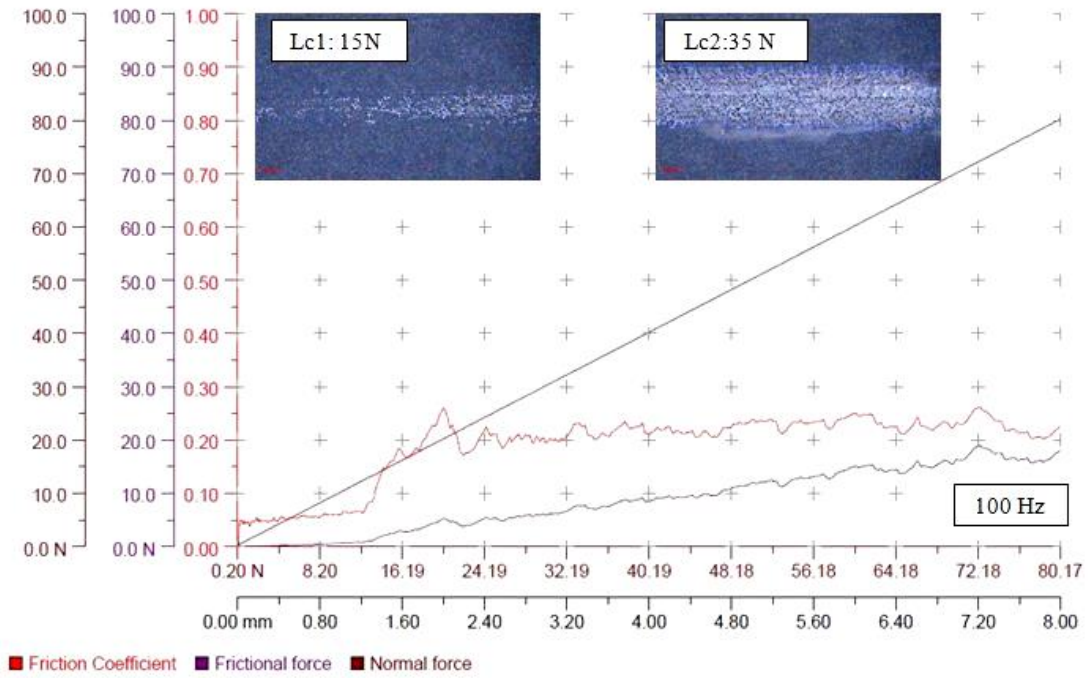
belirlenmiştir. Frekansın 600 Hz olduğu deney şartlarında en yüksek Lc_2 45N değeri elde edilmiştir. Bu şartlarda büyütülen kaplamaların en yüksek Lc_2 değerine sahip olması kaplama kalınlığı, yoğunluğu ve faz yapısı ile ilişkilendirilmiştir. Şekil 1 deki SEM kesit görüntüleri incelendiğinde 600 Hz frekans değerinde büyütülen kaplamaların en büyük kalınlığa sahip olduğu ve diğer kaplamalar göre mikro yapının daha yoğun olduğu gözlenmiştir. Diğer taraftan yine aynı deney şartlarında büyütülen kaplamalarda kararlı α - Al_2O_3 fazının daha yüksek yoğunluklarda yansıdığı XRD grafiklerinden tespit edilmiştir. Literatürde oksit kaplamalarda kaplama kalınlığının artışı ile kaplamaların yük taşıma kapasitesinin ve dolayısı ile adezyonun artırdığı ifade edilmektedir (Stallar et al 2006). Ayrıca çizme izlerinin optik görüntüleri incelendiğinde (Şekil 3) kaplamaların spalling (dökülme) ve cipping (yontma) hasarlarına uğradığı gözlenmiştir. Çizme testinin başlangıcında kaplamalarda kohezif ayrılmaların olduğu gözlenirken, izin sonuna doğru adhezif hasarların olduğu belirlenmiştir. Çizme testi boyunca kaplamalarda conformal ve çeki çatlaklarının oluşmadığı gözlenmiştir.

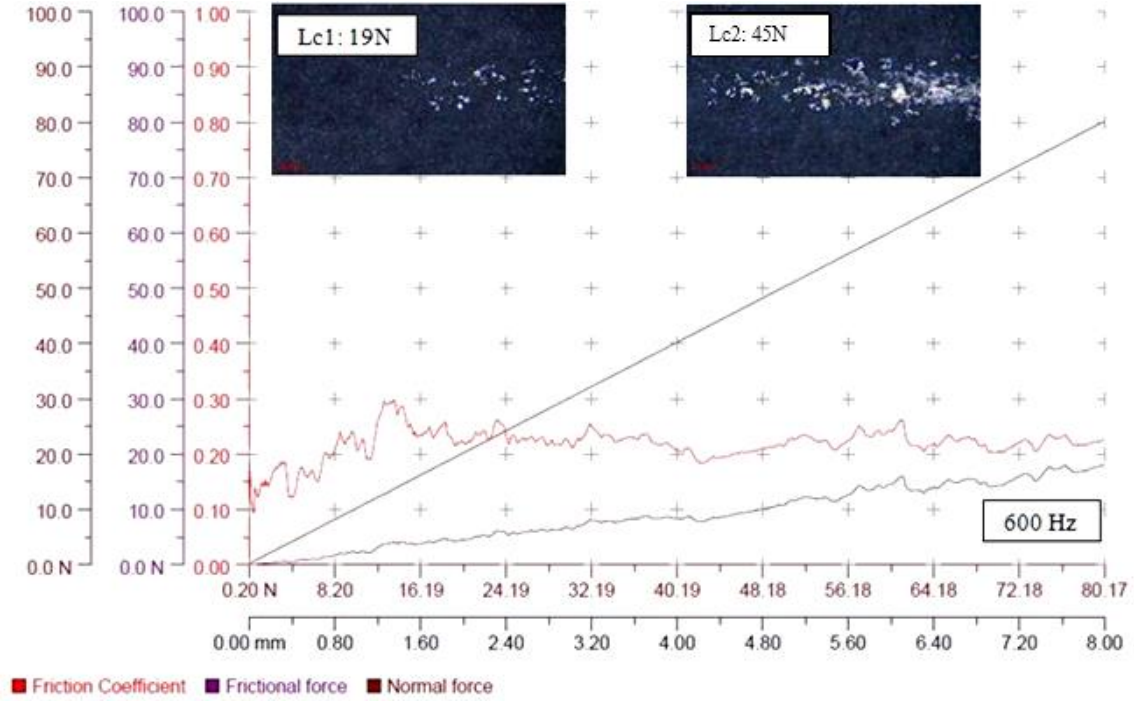
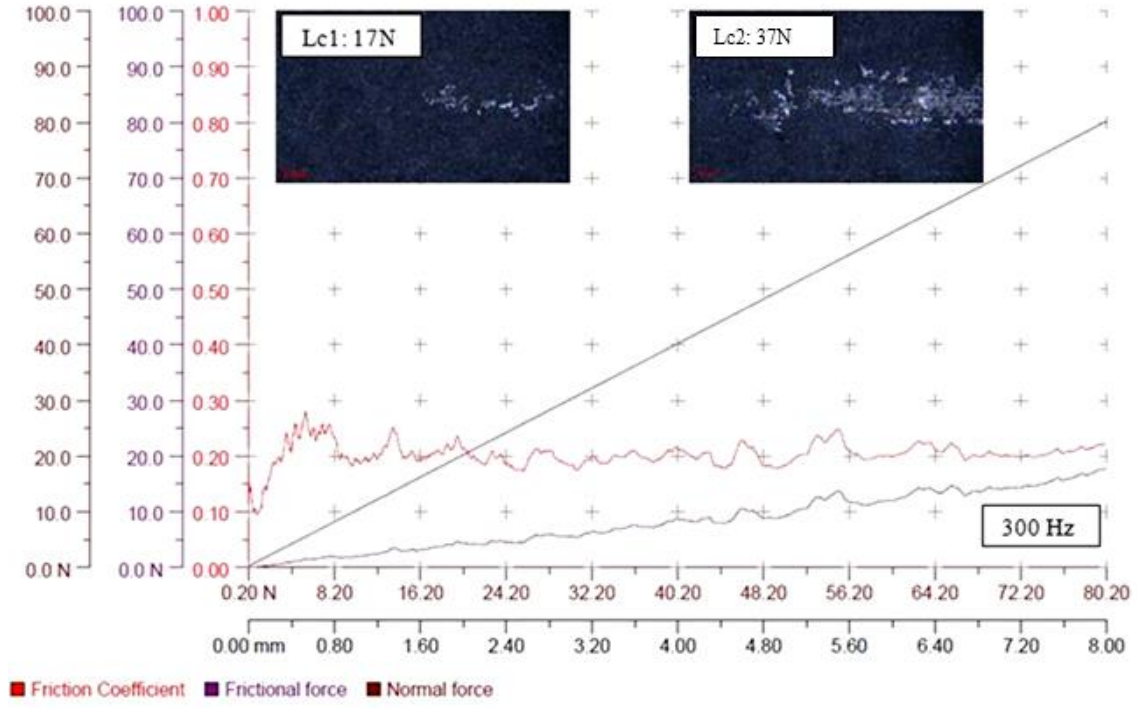


Şekil 1. Al 2014 üzerine MAO işlemi ile farklı frekanslarda büyütülen kaplamaların yüzey morfolojileri ve kesit görüntüleri a-d) 100 Hz, b-e) 300 Hz, c-f) 600 Hz



Şekil 2. Farklı frekans değerlerine göre MAO ile Al 2014 taban malzemesi üzerine büyütülen kaplamanın XRD grafikleri





Şekil 3. Farklı frekans parametrelerine göre MAO ile Al2014 taban malzemesi üzerine büyütülen kaplamannın çizme test grafikler

4. SONUÇLAR

100 Hz, 300 Hz ve 600 Hz frekans değerlerinde MAO yöntemiyle Al 2014 alaşımı üzerinde büyütülmüş olan kaplamaların yüzey morfolojileri incelendiğinde gözeneklerin boyutlarının ve yüzey üzerindeki dağılımlarının farklı frekans parametrelerine bağlı olarak değiştiği gözlenmiştir. 100 Hz frekansta büyütülen kaplamaların yüzeylerinde daha geniş gözenekler meydana gelirken frekans değeri arttıkça gözenek boyutundaki küçülmeler ve uniform dağılımlar tespit edilmiştir. Kesit görüntüleri incelendiğinde ise frekans değerinin artması ile birlikte malzeme yüzeyinde büyütülmüş olan kaplamaların kalınlığının da arttığı sonucuna varılmıştır. Al 2014 alaşımı üzerine farklı frekans değerlerinde büyütülen kaplamaların XRD grafikleri incelendiğinde; frekans değerlerine bağlı olarak farklı yoğunluklarda α -Al₂O₃ ve γ -Al₂O₃ fazlarına rastlanmıştır. En yüksek frekansa sahip olan deney şartlarında büyütülen kaplamalarda yüksek yoğunlukta α -Al₂O₃ fazlarına rastlanmıştır frekans değerindeki azalma ile α -Al₂O₃ fazlarının da yoğunluğunun düştüğü görülmüştür. Kaplama kalınlığının artışı ile kaplamaların yük taşıma kapasitesinin ve adezyonun artırdığı gözlemlenmiştir. Ayrıca çizme izlerinin optik görüntüleri incelendiğinde kaplamaların spalling ve cipping hasarlarına uğradığı gözlenmiştir. Çizme testinin başlangıcında kaplamalarda kohezif ayrılmaların olduğu gözlenirken, izin sonuna doğru adhezif hasarların olduğu belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Shi G. X. and Li-Xin S., (2006). Composition and thermal properties of the coating containing mullite and alumina, *Materials Chemistry and Physics*, **97**, 132–136.
- Nie X. and Matthews A., (2000). Deposition of duplex Al₂O₃ DLC coatings on Al alloys for tribological applications using a combined micro arc oxidation, *Surface and Coatings Technology*, 121, 506-513.
- Zhou Z.R., (2007). Fretting wear behaviour of ceramic coating prepared by micro-arc oxidation on Al-Si alloy, *Wear*, 263, 472-480.
- Nie X. and Matthew A., (1999). Thickness effects on the mechanical properties of micro-arc discharge oxide coatings on aluminium alloys, *Surface and Coatings Technology*, 116-119, 1055-1060.
- Khaled M., Yilbas B. S., Shirokoff, J., (2001). Electrochemical study of laser nitrated and PVD TiN coated Ti–6Al–4V alloy: the observation of selective dissolution, *Surface and Coatings Technology*, 141-1, 46-54.
- Korhonen A.S., Harju E., (2000). Surface engineering with light alloys—hard coatings, thin films, and plasma nitriding, *Journal of Materials Engineering and Performance*, 9, 302-05.
- Chou B.Y., Chang E., (2002). Plasma-sprayed hydroxyapatite coating on titanium alloy with ZrO₂ second phase and ZrO₂ intermediate layer, *Surface and Coatings Technology*, 53-1, 84-92.

- Bai L J. , Xia T., Shi H Y, Lei N M. (2005). Study Of Impedance Characteristic And Corrosion-Resistance Properties Of Ceramic Coating By Micro-Arc Oxidation On Magnesium Alloys, *Transactions of Metal Heat Treatment*, 26(2): 82–85,
- Boyer R., Welsch G., Collings, E.W., (1994). *Materials Properties Handbook: Titanium Alloys*. Materials Park, Oh. Asm International.
- Bloyce A., Qi P.Y., Dong H., Bell T., (1998). Surface Modification Of Titanium Alloys For Combined Improvements In Corrosion And Wear Resistance, *Surface and Coatings Technology*, 107, 125–32.
- Yerokhin A.L. and Snizhko L.O, (2003). Discharge characterization in plasma, *J. Phys.D: Appl. Phys.*, 36, 2110–2120.
- Wang C., (2006). Growth process and wear resistance for ceramic coatings formed on Al-Cu-Mg alloy by micro-arc oxidation, *Surface Science*, 1-5.
- Yaming W., Lei T., Guo L., Jiang B., (2006). Fretting wear behaviour of microarc oxidation coatings formed on titanium alloy against steel in unlubrication and oil lubrication, *Applied Surface Science* 252 8113–8120.
- Yerokhin A.L., Snizhko, L.O., (2003). Gurevina N.L., Leyland A., A.Pilkington and A.Matthews, Discharge characterization in plasma electrolytic oxidation of aluminium, *Journal of Physics D Applied Physics* 36(17):2110.
- Parvini Ahmadi N., Khosroshahi R.A. and Baghal B., (2008). Deposition of Oxide Layer on Aluminium Via Plasma Electrolysis Method in Alkali Solution by Unipolar Pulsed Current System and Study of its Physical Properties, *Asian Journal of Applied Sciences*, 2, 1, 74-82.
- Xue W. and Zhang T., (2002). Effect of microarc discharge surface treatment on the tensile properties of Al-Cu-Mg alloy, *Materials Letters*, 56, 737 -743.
- Jun T. and Zhuangzi L., (2002). Structure and antiwear behavior of micro-arc oxidized coatings on aluminum alloy, *Surface and Coatings Technology*, 154, 1–7.
- Guanglianga Y. and Xianya L., (2002). The effects of current density on the phase composition and microstructure properties of micro-arc, *Journal of Alloys and Compounds*, 345, 196–200.
- Dearnley P.A. and Gummersbach P., (1999). The sliding wear resistance and frictional characteristics of surface, *Wear*, 225, 127–134.
- ÖZKARA İ. M. (2009) 2024 Aluminyum Alaşımının Mikro Ark Oksidasyon Yöntemiyle Kaplanması ve Yüzey Özelliklerinin Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Perry A.J., Valli J., Steinmann P.A. (1988). Adhesion scratch testing: A round-robin experiment, *Surface and Coatings Technology*, 36, 1-2, 1, 559-575.
- Hintermann HE, (1984). Adhesion, friction and wear of thin hard coatings., *Wear*; 100:381–97.
- Perry AJ. (1983). Scratch Adhesion Testing Of Hard Coatings, *Thin Solid Films*;107:167–80.
- Bull SJ, Rickerby DS. (1990).New Developments In The Modelling Of The hardness And Scratch Adhesion Of Thin Film,. *Surf Coat Technol*;42:149–64,
- Stallar D., Poulat J S, DG Teer, (2006). The Study of the Adhesion of a TiN Coating on Steel and Titanium Alloy Substrates Using a Multi-Mode Scratch Tester, *Tribol. Int.*, 39 159–166.

The Laplace Transform For The Ergodic Distribution Of A Semi-Markovian Random Walk Process With Reflecting And Delaying Barriers

Selahattin MADEN

Ordu University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Mathematics, 52200, Ordu,
TURKEY

Abstract

In this paper, a semi-Markovian random walk process with reflecting barrier on the zero-level and delaying barrier on the $\beta(\beta > 0)$ -level is constructed and the the Laplace transform for the ergodic distribution of this process is expressed by means of the probability characteristics of random walk $\{Y_n: n \geq 1\}$ and renewal process $\{T_n: n \geq 1\}$.

Mathematics Subject Classification: 60A10, 60J25, 60G50

Keywords: Semi-Markovian random walk process, Delaying barrier, Reflecting barrier, Laplace transform, Ergodic distribution

maden55@mynet.com

1. INTRODUCTION

It is known that the most of the problems of stock control theory is often given by means of random walks or random walks with delaying barriers(see References Afanas'eva & Bulinska (1983), Khaniev & Ünver (1997), etc.). But, for the problem considered in this study, one of the barriers is reflecting and the other one is delaying, and the process representing the quantity of the stock has been given by using a random walk and a renewal process. Such models were rarely considered in literature. The practical state of the problem mentioned above is as follows.

Suppose that some quantity of a stock in a certain warehouse is increasing or decreasing in random discrete portions depending to the demands at discrete times. Then, it is possible to characterize the level of stock by a process called the semi-Markovian random walk process. The processes of this type have been widely studied in literature (see,for example References

Afanas'eva & Bulinska (1983), Gihman & Skorohod (1975) and Lotov (1991), etc.). But sometimes some problems occur in stock control theory such that in order to get an adequate solution we have to consider some processes which are more complex than semi-Markovian random walk processes. For example, if the borrowed quantity is demanded to be added to the warehouse immediately when the quantity of demanded stock is more than the total quantity of stock in the warehouse then, it is possible to characterize the level of stock in the warehouse by a stochastic process called as semi-Markovian random walk processes with reflecting barrier. But for the model studied in this study an additional condition has been considered. Since the volume of warehouse is finite in real cases, the supply coming to the warehouse is stopped until the next demand when the warehouse becomes full. In order to characterize the quantity of stock in the warehouse under these conditions it is necessary to use a stochastic process called as semi-Markovian random walk process with two barriers in which one of them is reflecting and the other one is delaying. Note that semi-Markovian random walk processes with two barriers, namely reflecting and delaying, have not been considered enough in literature (see, for example References Lotov (1998); Maden (2001)). This type problems may occur, for example, in the control of military stocks, refinery stocks, reserve of oil wells, and etc.

The Model. Assume that we observe random motion of a particle, initially at the position $X_0 \in [0, \beta]$, $\beta > 0$, in a stripe bounded by two barriers; the one lying on the zero-level as reflecting and the other lying on β -level as delaying. Furthermore, assume that this motion proceeds according to the following rules: After staying at the position X_0 for as much as random duration ξ_1 , the particle wants to reach the position $X_0 + \eta_1$. If $X_0 + \eta_1 > \beta$ then the particle will be kept at the position $X_1 = \beta$ since there is delaying barrier at β -level. If $X_0 + \eta_1 \in [0, \beta]$, then the particle will be at the position $X_1 = X_0 + \eta_1$. Since there is a reflecting barrier at zero-level, when $X_0 + \eta_1 < 0$ the particle will reflect from this barrier as long as $|X_0 + \eta_1|$. In this case, if $|X_0 + \eta_1| \leq \beta$ then the particle will be kept at the position $X_1 = |X_0 + \eta_1|$ and if $|X_0 + \eta_1| > \beta$ then the particle will be at the position β , so the position of the particle will be $X_1 = \min\{\beta, |X_0 + \eta_1|\}$.

After staying at the position X_1 for as much as random duration ξ_2 again it will jump to the position $X_2 = \min\{\beta, |X_1 + \eta_2|\}$ according to the above mentioned rules. Thus at the end of n -th jump, the particle will be at the position $X_n = \min\{\beta, |X_{n-1} + \eta_n|\}$, $n \geq 1$.

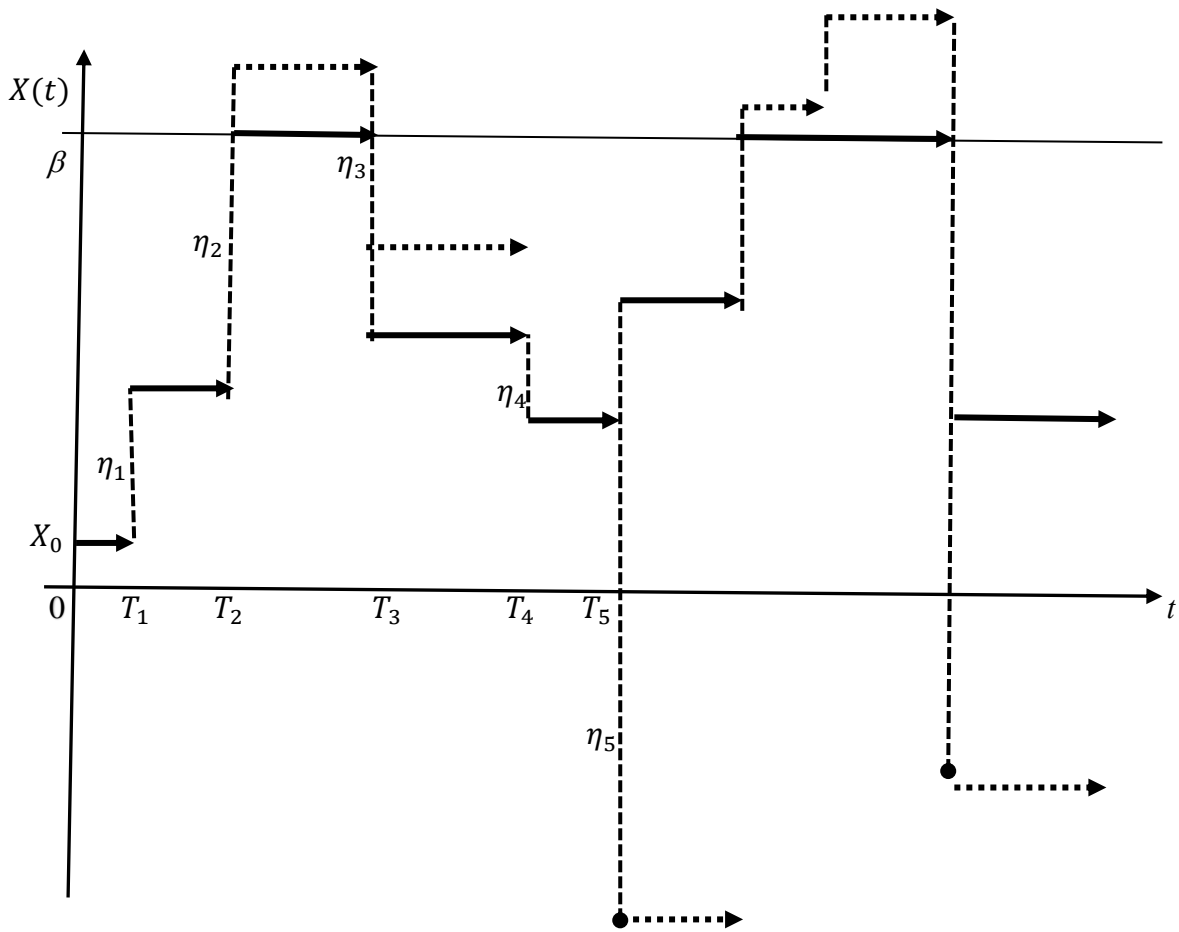


Fig. 1. A View of Semi-Markovian Random Walk Process with Reflecting Barrier on the Zero-level and Delaying Barrier on the $\beta(\beta > 0)$ -level

2. CONSTRUCTION OF THE PROCESS

Suppose $\{(\xi_i, \eta_i)\}$, $i = 1, 2, 3, \dots$ is a sequence of identically and independently distributed pairs of random variables, defined in any probability space (Ω, \mathcal{F}, P) such that ξ_i 's are positive valued, i.e., $P\{\xi_i > 0\} = 1, i = 1, 2, 3, \dots$. Also let us denote the distribution function of ξ_1 and η_1

$$\Phi(t) = P\{\xi_1 < t\}, F(x) = P\{\eta_1 < x\}, t \in \mathbb{R}^+, x \in \mathbb{R},$$

respectively. Before stating the corresponding process, let us construct the following sequences of random variables:

$$T_n = \sum_{i=1}^n \xi_i, Y_n = \sum_{i=1}^n \eta_i, n \geq 1, T_0 = Y_0 = 0.$$

Then the processes $\{T_n: n \geq 1\}$ and $\{Y_n: n \geq 1\}$ forms a renewal process and a random walk respectively. By using the random pairs (ξ_i, η_i) we can construct the random walk process with two barriers in which the reflecting barrier is on the zero-level and the delaying barrier is on $\beta > 0$ -level as follows:

$$X_n = \min\{\beta, |X_{n-1} + \eta_n|\}, \quad n \geq 1, \quad z = X_0 \in [0, \beta], \quad (1)$$

where z is the initial position of the process. Now, let us construct the stochastic process $X(t)$ which has the reflecting barrier from below and the delaying barrier from above and which represents the level of stock at the moment t :

$$X(t) = X_n, \quad \text{if } t \in [T_n, T_{n+1}). \quad (2)$$

This process is called the semi-Markovian random walk with the reflecting barrier on the zero-level and the delaying barrier on β - level.

3. THE LAPLACE TRANSFORM FOR THE ERGODIC DISTRIBUTION OF THE PROCESS $X(t)$

In order to formulate the main results of this paper, let us state the following probability characteristics of random walk $\{Y_n: n \geq 1\}$ and renewal process $\{T_n: n \geq 1\}$:

$$a_n(z, x) = P\{z + Y_i \in [0, \beta]; 1 \leq i \leq n; z + Y_n \in [0, x]\}, \quad n \geq 1,$$

$$c_n(z, v) = P\{z + Y_i \in [0, \beta]; 1 \leq i \leq n - 1; z + Y_n < v\}, \quad v < 0, \quad n \geq 1,$$

$$A(z, x) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n(z, x), \quad C(z, dv) = \sum_{n=0}^{\infty} c_n(z, dv),$$

$$A(t, z, x) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n(z, x) \Delta\Phi_n(t), \quad C(s, z, v) = \sum_{n=0}^{\infty} c_n(z, v) \Delta\Phi_n(s),$$

$$C(ds, z, dv) = \sum_{n=0}^{\infty} c_n(z, dv) d\Phi_n(s), \quad c_n(z, dv) = d_v c_n(z, v),$$

$$\Phi_n(t) = P\{T_n < t\}, \quad \Delta\Phi_n(t) = \Phi_n(t) - \Phi_{n+1}(t),$$

where $z = X_0 \in [0, \beta]$, $v < 0$, $n \geq 1$ and $a_n(z, x) = 1$, $b_n(z, v) = 0$.

For any function $M(t, z, x)$, let us denote the Laplace transform and Laplace-Stieltjes transform of $M(t, z, x)$

$$\tilde{M}(\lambda, z, x) = \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} M(t, z, x) dt \quad \text{and} \quad M^*(\lambda, z, x) = \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} d_t M(t, z, x)$$

with respect to t , respectively. Moreover, for any functions $M_1(t, z, x)$ and $M_2(t, z, x)$, the convolution product of $M_1(t, z, x)$ and $M_2(t, z, x)$ as follows:

$$M_1(t, z, x) * M_2(t, z, x) = \int_0^t M_2(t - s, z, x) d_s M_1(s, z, x)$$

and k -times convolution product of $M_1(t, z, x)$ with itself

$$[M_1(t, z, x)]_*^k = M_1(t, z, x) * [M_1(t, z, x)]_*^{k-1}.$$

Also let us denote

$$\bar{M}_f(v, *) = \int_0^\beta f(x) d_x M(v, x) \text{ and } \bar{\bar{M}}_f(*, *) = \int_0^\beta f(x) d_x \bar{M}(*, x).$$

Now let us give the following lemma.

Theorem 3.1. Let ξ_1 and η_1 are independent random variables in the initial sequence of random pairs mentioned above. Then the process $X(t)$ is ergodic if the following conditions hold:

- i) $E[\xi_1] < \infty$,
- ii) $P[\eta_1 > 0] > 0$, $P[\eta_1 < 0] > 0$
- iii) η_1 has a non-arithmetic distribution.

Proof: In order to prove that the process $X(t)$ is ergodic, it is sufficient to prove that the conditions of “The ergodic theorem for processes with a discrete chance interference” (see Gihman and Skorohod (1973), p. 244) are satisfied. In accordance with this, firstly it is to necessary to construct a Markov chain and to prove that this chain is ergodic under the conditions of this theorem. For this aim, let us define the natural number valued random variables ϑ_n , $n \geq 1$, by the following recurrence formula

$$\vartheta_1 = \min\{k \geq 1: X_{k-1} + \eta_k \geq \beta\}, \tag{3}$$

and

$$\vartheta_n = \min\{k \geq \vartheta_{n-1}: X_{k-1} + \eta_k \geq \beta\}, \quad n \geq 2. \tag{4}$$

Now, by using these random variables, we can define the random variables $\gamma_{n\beta}$ and $\tilde{\gamma}_{n\beta}$, as follows:

$$\gamma_{n\beta} = \sum_{i=1}^{\vartheta_n} \xi_i, \quad \tilde{\gamma}_{n\beta} = \sum_{i=1}^{\vartheta_{n+1}} \xi_i, \quad n \geq 1, \quad (5)$$

where $\gamma_{n\beta}$ and $\tilde{\gamma}_{n\beta}$, $n \geq 1$, denotes the n -th falling moment into the delaying barrier and the n -th going out moment from the delaying barrier, respectively. Let us define χ_n as

$$\chi_n = X(\tilde{\gamma}_{n\beta} + 0), \quad n \geq 1. \quad (6)$$

This chain is desired Markov chain. Then we can write the random variables χ_n , $n \geq 1$, as follows:

$$\chi_n = \min\{\beta, |\beta + \eta_{\vartheta_{n+1}}|\}, \quad n \geq 1.$$

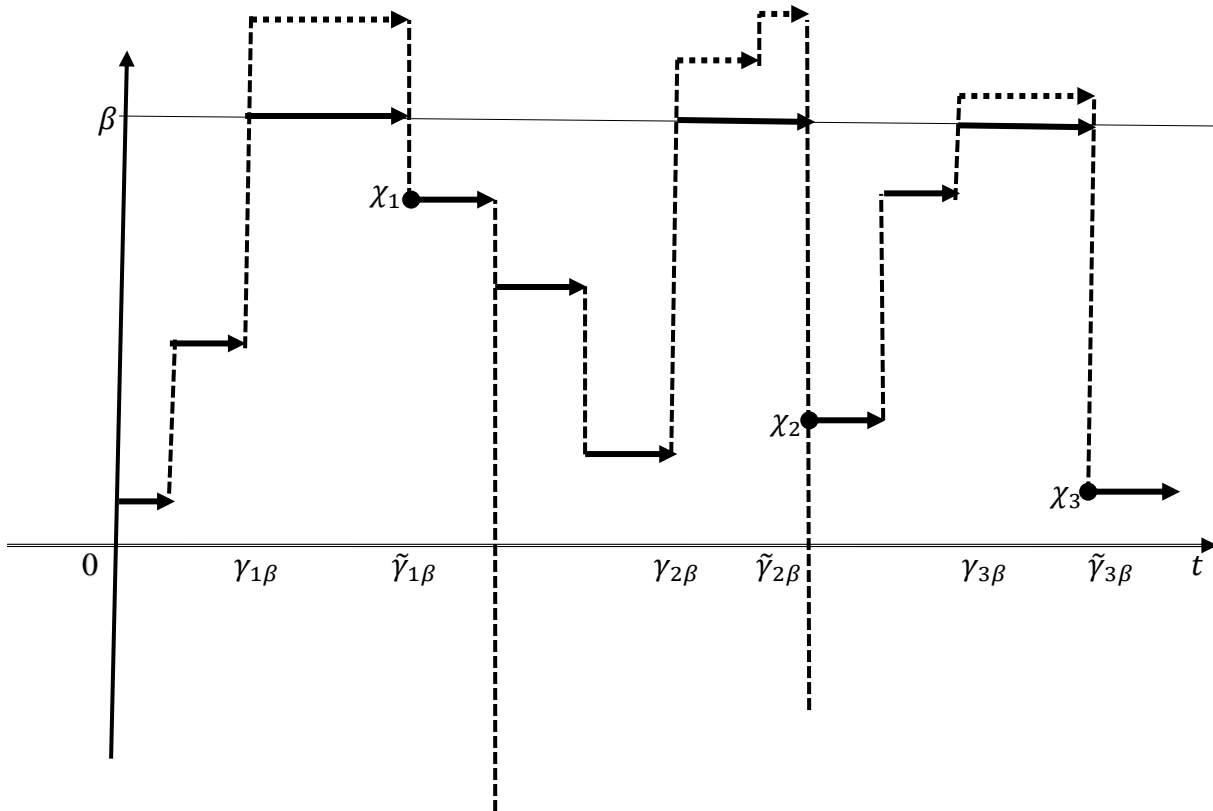


Fig. 2. A View of the Markov Chain χ_n

This Markov chain is ergodic and has a stationary distribution function because of there are reflecting barrier on the zero-level and the delaying barrier on β - level and the random variable η_1 which takes both negative and positive values is non-arithmetic (see Bonokov

(1972)). Let us denote by $\pi(x)$ the stationary distribution function. Then it is obvious that $\pi(x) = 0$ if $x \leq 0$ and $\pi(x) = 1$ if $x > \beta$. Therefore, we consider the case when $x \in (0, \beta]$.

$$\begin{aligned}
 \pi(x) &= P\{\chi_1 < x\} = P\{\min\{\beta, |\beta + \eta_1|\} < x\} \\
 &= 1 - P\{\min\{\beta, |\beta + \eta_1|\} \geq x\} \\
 &= 1 - P\{\beta \geq x; |\beta + \eta_1| \geq x\} \\
 &= 1 - P\{\beta \geq x\}P\{|\beta + \eta_1| \geq x\} \\
 &= 1 - \bar{\varepsilon}(x - \beta)P\{|\beta + \eta_1| \geq x\} \\
 &= 1 - \bar{\varepsilon}(x - \beta)[1 - P\{|\beta + \eta_1| < x\}] \\
 &= 1 - \bar{\varepsilon}(x - \beta) + \bar{\varepsilon}(x - \beta)P\{|\beta + \eta_1| < x\} \\
 &= \varepsilon(x - \beta) + \bar{\varepsilon}(x - \beta)\varepsilon(x)P\{-x < \beta + \eta_1 < x\} \\
 &= \varepsilon(x - \beta) + \bar{\varepsilon}(x - \beta)\varepsilon(x)[F(-\beta + x) - F(-\beta - x)], \quad (7)
 \end{aligned}$$

where

$$\varepsilon(u) = \begin{cases} 1, & u \geq 0 \\ 0, & u < 0 \end{cases} \quad \text{and} \quad \bar{\varepsilon}(u) = 1 - \varepsilon(u). \quad (8)$$

Consequently, under the assumptions of the theorem, the first condition of of “The ergodic theorem for processes with a discrete chance interference” satisfies. Now, let us prove that the second condition of it satisfies. Note that tis is equivalent to show that the expected value of random variable $\tilde{\gamma}_{1\beta}$ is finite, that is, $E[\tilde{\gamma}_{1\beta}] < \infty$. For this aim let us give the following lemma without proof.

Lemma 3.1[7]. If $E[\xi_1] < \infty$, $P[\eta_1 > 0] > 0$ and $P[\eta_1 < 0] > 0$, then there exists numbers $\alpha \in (0,1]$ and $T_\alpha < \infty$ such that

$$\text{Sup}_{0 \leq z \leq \beta} P_z \{\gamma_{1\beta} \geq T_\alpha\} \leq \alpha < 1. \quad (9)$$

Now, we can show that the expected value of random variable $\gamma_{1\beta}$ is finite, that is $E[\gamma_{1\beta}] < \infty$.

Lemma 3.2. If the conditions of lemma 3.1. hold, then $E[\gamma_{1\beta}] < \infty$.

Proof: Under the conditions of lemma 3.1., we can write

$$\begin{aligned}
 P_z\{\gamma_{1\beta} \geq 2.T_\alpha\} &= \int_0^\beta P_z\{\gamma_{1\beta} \geq T_\alpha; X(T_\alpha) \in dv\} \\
 &= \int_0^\beta P_z\{\gamma_{1\beta} \geq T_\alpha; X(T_\alpha) \in dv\} P_v\{\gamma_{1\beta} \geq T_\alpha\} \\
 &\leq \alpha \int_0^\beta P_z\{\gamma_{1\beta} \geq T_\alpha; X(T_\alpha) \in dv\} \\
 &= \alpha P_v\{\gamma_{1\beta} \geq T_\alpha\} \\
 &\leq \alpha^2.
 \end{aligned} \tag{10}$$

In order to show that $P_z\{\gamma_{1\beta} \geq n.T_\alpha\} \leq \alpha^n$ for every $n \geq 1$ and $z \in [0, \beta]$, we can use the method of mathematical induction. Now, assume that it is true for $n = k$, that is, $P_z\{\gamma_{1\beta} \geq k.T_\alpha\} \leq \alpha^k$ and show that it is true for $n = k + 1$. In this case, we have

$$\begin{aligned}
 P_z\{\gamma_{1\beta} \geq (k + 1)T_\alpha\} &= P_z\{\gamma_{1\beta} \geq k.T_\alpha + T_\alpha\} \\
 &= \int_0^\beta P_z\{\gamma_{1\beta} \geq k.T_\alpha + T_\alpha; X(T_\alpha) \in dv\} \\
 &= \int_0^\beta P_z\{\gamma_{1\beta} \geq k.T_\alpha; Xk.(T_\alpha) \in dv\} P_v\{\gamma_{1\beta} \geq T_\alpha\} \\
 &\leq \alpha \int_0^\beta P_z\{\gamma_{1\beta} \geq k.T_\alpha; X(k.T_\alpha) \in dv\} \\
 &= \alpha P_z\{\gamma_{1\beta} \geq k.T_\alpha\} \\
 &\leq \alpha^{k+1}.
 \end{aligned} \tag{11}$$

Thus, we get $P_z\{\gamma_{1\beta} \geq n.T_\alpha\} \leq \alpha^n$ for every $n \geq 1$ and $z \in [0, \beta]$. On the other hand, we can write

$$\begin{aligned}
 E_z[\gamma_{1\beta}] &= \int_0^\infty P_z\{\gamma_{1\beta} \geq t\} dt = \sum_{n=1}^\infty \int_{(n-1)T_\alpha}^{nT_\alpha} P_z\{\gamma_{1\beta} \geq t\} dt \\
 &\leq \sum_{n=1}^\infty \int_{(n-1)T_\alpha}^{nT_\alpha} P_z\{\gamma_{1\beta} \geq (n-1)T_\alpha\} dt \\
 &= \sum_{n=1}^\infty T_\alpha \cdot P_z\{\gamma_{1\beta} \geq (n-1)T_\alpha\} \\
 &= T_\alpha \sum_{k=0}^\infty P_z\{\gamma_{1\beta} \geq kT_\alpha\} \\
 &\leq T_\alpha \sum_{k=0}^\infty \alpha^k \\
 &= \frac{1}{1-\alpha} T_\alpha.
 \end{aligned} \tag{12}$$

Thus we get $E_z[\gamma_{1\beta}] < \infty$ for every $z \in [0, \beta]$ because of $\alpha \in (0,1]$ and $T_\alpha < \infty$. Also, we can write

$$E[\gamma_{1\beta}] = \int_0^\beta E_z[\gamma_{1\beta}] d\pi(z).$$

In this case, we have

$$E[\gamma_{1\beta}] \leq \frac{1}{1-\alpha} T_\alpha \int_0^\beta d\pi(z) = \frac{1}{1-\alpha} T_\alpha < \infty,$$

which completes the proof.

Now, we can show that the expected value of random variable $\tilde{\gamma}_{1\beta}$ is finite, that is $E[\tilde{\gamma}_{1\beta}] < \infty$. By the definitions of random variables $\gamma_{1\beta}$ and $\tilde{\gamma}_{1\beta}$, we can write

$$\tilde{\gamma}_{1\beta} = \sum_{i=1}^{\vartheta_1+1} \xi_i = \sum_{i=1}^{\vartheta_1} \xi_i + \xi_{\vartheta_1+1} = \gamma_{1\beta} + \xi_{\vartheta_1+1}.$$

Thus, we have

$$E[\tilde{\gamma}_{1\beta}] = E[\gamma_{1\beta}] + E[\xi_{\vartheta_1+1}] = E[\gamma_{1\beta}] + E[\xi_1] < \infty.$$

So, under the assumptions of the theorem, the both of conditions of ‘‘The ergodic theorem for processes with a discrete chance interference’’ satisfy. That is, the process $X(t)$ is ergodic.

Theorem 3.2. Under the conditions of Lemma 3.1., the following statement is true for the ergodic distribution of the process $X(t)$:

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T f(X(t)) dt = \frac{\bar{R}_f(*,*)}{\bar{R}_f(*,\infty)} \tag{13}$$

where

$$\begin{aligned} \bar{R}_f(*,*) &= \bar{A}_f(*,*) + \int_{-\beta}^0 \bar{C}(*, dv_1) \bar{A}_f(|v_1|,*) \\ &+ \sum_{n=2}^{\infty} \int_{-\beta}^0 \dots (n) \dots \int_{-\beta}^0 \bar{C}(*, dv_1) \prod_{i=2}^n C(|v_{i-1}|, dv_i) \bar{A}_f(|v_n|,*), \end{aligned} \tag{14}$$

$$\begin{aligned} \bar{R}_f(*,\infty) &= \bar{A}_f(*,\infty) + \int_{-\beta}^0 \bar{C}(*, dv_1) \bar{A}_f(|v_1|,\infty) \\ &+ \sum_{n=2}^{\infty} \int_{-\beta}^0 \dots (n) \dots \int_{-\beta}^0 \bar{C}(*, dv_1) \prod_{i=2}^n C(|v_{i-1}|, dv_i) \bar{A}_f(|v_n|,\infty). \end{aligned} \tag{15}$$

Proof: Since the process of $X(t)$ is ergodic the following expression is true for any measurable and bounded function $f(x)$ by “The ergodic theorem for processes with a discrete chance interference” (see Gihman and Skorohod [4], p. 244) are satisfied:

$$\begin{aligned} \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T f(X(t)) dt &= \left[\int_{z=0}^{\beta} \int_{t=0}^{t_{\infty}} \int_{x=0}^{\beta} f(x) P_z\{\tilde{\gamma}_{1\beta} \geq t; X(t) \in dx\} dt \pi(dz) \right] \\ &\times \left[\int_{z=0}^{\beta} \int_{t=0}^{t_{\infty}} P_z\{\tilde{\gamma}_{1\beta} \geq t\} dt \pi(dz) \right]^{-1}. \end{aligned} \quad (16)$$

Our aim in this section is to express the nominator and denominator of (16) by means of the probability characteristics of random walk $\{Y_n; n \geq 1\}$ and renewal process $\{T_n; n \geq 1\}$. Let us denote

$$R(t, z, x) = P_z\{\tilde{\gamma}_{1\beta} \geq t; X(t) < x\}$$

and

$$r_n(t, z, x) = P_z\{\tilde{\gamma}_{1\beta} \geq t; v_0(t) = n; X(t) < x\}, n \geq 0.$$

Let us denote by $v_0(t)$ the number of reflection moments of the process $X(t)$ into the interval $[0, t]$. According to the total probability formula we have

$$\begin{aligned} R(t, z, x) &= P_z\{\tilde{\gamma}_{1\beta} \geq t; X(t) < x\} \\ &= \sum_{n=0}^{\infty} P_z\{\tilde{\gamma}_{1\beta} \geq t; v_0(t) = n; X(t) < x\} = \sum_{n=0}^{\infty} r_n(t, z, x) \end{aligned} \quad (17)$$

Now, we express each $r_n(t, z, x)$ given in (17) by the probability characteristics of both $\{Y_n\}$ and $\{T_n\}$, separately. For $n = 0$, we have

$$\begin{aligned} r_0(t, z, x) &= P_z\{\tilde{\gamma}_{1\beta} \geq t; v_0(t) = 0; X(t) < x\} \\ &= \sum_{n=0}^{\infty} P_z\{\tilde{\gamma}_{1\beta} \geq t; v_0(t) = 0; X(t) < x; T_n \leq t < T_{n+1}\} \\ &= \sum_{n=0}^{\infty} P\{z + Y_i \in [0, \beta]; 1 \leq i \leq n; z + Y_n \in [0, x]\} P\{T_n \leq t < T_{n+1}\} \\ &= \sum_{n=0}^{\infty} a_n(z, x) \Delta \Phi_n(t) \\ &= A(t, z, x) \end{aligned}$$

From this, we can write

$$\tilde{r}_0(\lambda, z, x) = \tilde{A}(\lambda, z, x). \quad (18)$$

Now, we also calculate the conditional distribution $r_1(t, z, x)$ in order to give a general formula for $r_n(t, z, x)$, $n \geq 0$,

$$\begin{aligned}
 r_1(t, z, x) &= P_z\{\tilde{\gamma}_{1\beta} \geq t: v_0(t) = 1; X(t) < x\} \\
 &= \sum_{n=0}^{\infty} P_z\{\tilde{\gamma}_{1\beta} \geq t: v_0(t) = 1; X(t) < x; T_n \leq t < T_{n+1}\} \\
 &= \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{i=1}^n \int_0^t P_z\{\gamma \geq t: v_0(t) = 1; X(t) < x; T_n \leq t < T_{n+1}; T_i \in ds\} \\
 &= \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{i=1}^n \int_{-\beta}^0 \int_0^t P\{z + Y_j \in [0, \beta]; 1 \leq j \leq i - 1; z + Y_i \in dv; T_i \in ds\} \\
 &\quad \times P\{|v| + Y_j \in [0, \beta]; 1 \leq j \leq n - i; |v| + Y_{n-i} < x\} \Delta\Phi_{n-i}(t - s) \\
 &= \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{i=1}^n \int_{-\beta}^0 \int_0^t c_i(z, dv) d\Phi_i(s) a_{n-i}(|v|, x) \Delta\Phi_{n-i}(t - s) \\
 &= \int_{-\beta}^0 \int_0^t \sum_{i=1}^{\infty} c_i(z, dv) d\Phi_i(s) \sum_{n=i}^{\infty} a_{n-i}(|v|, x) \Delta\Phi_{n-i}(t - s) \\
 &= \int_{-\beta}^0 \int_0^t C(ds, z, dv) A(t - s, |v|, x) \\
 &= \int_{-\beta}^0 A(t, |v|, x) * C(t, z, dv)
 \end{aligned}$$

As such,

$$\tilde{r}_1(t, z, x) = \int_{-\beta}^0 \tilde{A}(\lambda, |v|, x) C^*(\lambda, z, dv) \tag{19}$$

is obtained. Analogously, it is possible to prove that

$$\tilde{r}_n(t, z, x) = \int_{-\beta}^0 \dots (n) \dots \int_{-\beta}^0 \prod_{i=1}^n C^*(\lambda, |v_{i-1}|, dv_i) \tilde{A}(\lambda, |v_n|, x), \tag{20}$$

for $n \geq 1; |v_0| = z \in [0, \beta]$.

Substituting all of these expressions in the formula for $\tilde{R}(\lambda, z, x)$ given above, we have

$$\tilde{R}(\lambda, z, x) = \tilde{A}(\lambda, z, x) + \sum_{n=1}^{\infty} \int_{-\beta}^0 \dots \int_{-\beta}^0 \prod_{i=1}^n C^*(\lambda, |v_{i-1}|, x) \tilde{A}(\lambda, |v_n|, x) \tag{21}$$

as asserted. Thus, we expressed $\tilde{R}(\lambda, z, x)$, the Laplace transform of $R(t, z, x)$, by the probability characteristics of random walk $\{Y_n: n \geq 1\}$ and renewal process $\{T_n: n \geq 1\}$.

This result is very important in theory, but it is not so important in practice because of these formulas are very difficult and complex. Specially, it is very difficult to calculate the inverse of the Laplace transform. In this case, we must notice that when λ tends towards zero ($\lambda \rightarrow 0$) with helping $\tilde{R}(\lambda, z, x)$ we can calculate the limit value of $R(t, z, x)$ when $t \rightarrow \infty$. For this, it is enough to consider the Tauber's Theorem, see (Feller 1968). In this case, we can write

$$\begin{aligned} \int_0^\infty P_z\{\tilde{\gamma}_{1\beta} \geq t: X(t) < x\} dt &= \tilde{R}(\lambda, z, x)|_{\lambda=0} = \tilde{R}(0, z, x) \\ &= \tilde{A}(0, z, x) + \sum_{n=1}^\infty \int_{-\beta}^0 \dots (n) \dots \int_{-\beta}^0 \prod_{i=1}^n C^*(0, |v_{i-1}|, x) \tilde{A}(0, |v_n|, x). \end{aligned}$$

Now, we calculate the values of $\tilde{A}(0, z, x)$ and $C^*(0, z, dv)$:

$$\begin{aligned} \tilde{A}(0, z, x) &= \lim_{\lambda \rightarrow 0} \int_0^\infty A(t, z, x) e^{-\lambda t} dt \\ &= \lim_{\lambda \rightarrow 0} \int_0^\infty \sum_{n=0}^\infty a_n(z, x) \Delta\Phi_n(t) e^{-\lambda t} dt \\ &= \sum_{n=0}^\infty a_n(z, x) E[\xi_1] \\ &= A(z, x)E[\xi_1] \end{aligned}$$

and

$$\begin{aligned} C^*(0, z, dv) &= \lim_{\lambda \rightarrow 0} C^*(\lambda, z, dv) \\ &= \lim_{\lambda \rightarrow 0} \int_0^\infty e^{-\lambda t} \sum_{n=1}^\infty P\{z + Y_i \in [0, \beta]; 1 \leq i \leq n - 1; z + Y_n \in dv\} d\Phi_n(t) \\ &= \sum_{n=1}^\infty P\{z + Y_i \in [0, \beta]; 1 \leq i \leq n - 1; z + Y_n \in dv\} \lim_{\lambda \rightarrow 0} \int_0^\infty e^{-\lambda t} d\Phi_n(t) \\ &= \sum_{n=0}^\infty P\{z + Y_i \in [0, \beta]; 1 \leq i \leq n - 1; z + Y_n \in dv\} \\ &= C(z, dv). \end{aligned}$$

Thus, we can write

$$\begin{aligned} \int_0^\infty P_z\{\tilde{\gamma}_{1\beta} \geq t: X(t) < x\} dt &= A(z, x)E[\xi_1] \\ &\quad + E[\xi_1] \sum_{n=1}^\infty \int_{-\beta}^0 \dots (n) \dots \int_{-\beta}^0 \prod_{i=1}^n C(|v_{i-1}|, dv_i) A(|v_n|, x). \end{aligned}$$

By limiting as $x \rightarrow \infty$, we have

$$\begin{aligned} \int_0^\infty P_z\{\tilde{\gamma}_{1\beta} \geq t\} dt &= A(z, \infty)E[\xi_1] \\ &\quad + E[\xi_1] \sum_{n=1}^\infty \int_{-\beta}^0 \dots (n) \dots \int_{-\beta}^0 \prod_{i=1}^n C(|v_{i-1}|, dv_i) A(|v_n|, \infty), \end{aligned}$$

where

$$A(z; \infty) = A(z) = \sum_{n=1}^\infty P\{z + Y_i \in [0, \beta]; 1 \leq i \leq n\}.$$

On the other hand, we can write

$$\begin{aligned} \int_0^\infty (\int_0^\infty P_z\{\tilde{\gamma}_{1\beta} \geq t\} dt) d\pi(z) &= E[\xi_1]\bar{A}(*, \infty) + E[\xi_1] \int_{-\beta}^0 \bar{C}(*, dv_1)A(|v_1|, \infty) \\ &+ E[\xi_1] \sum_{n=1}^\infty \int_{-\beta}^0 \dots (n) \dots \int_{-\beta}^0 \bar{C}(*, dv_1) \prod_{i=2}^n C(|v_{i-1}|, dv_i)A(|v_n|, \infty) \\ &= E[\xi_1]\bar{R}(*, \infty). \end{aligned}$$

Analogously, we have

$$\begin{aligned} \int_0^\infty (\int_0^\infty P_z\{\tilde{\gamma}_{1\beta} \geq t; X(t) < x\} dt) d\pi(z) &= E[\xi_1]\bar{A}(*, x) \\ &+ E[\xi_1] \int_{-\beta}^0 \bar{C}(*, dv_1)A(|v_1|, x) \\ &+ E[\xi_1] \sum_{n=1}^\infty \int_{-\beta}^0 \dots (n) \dots \int_{-\beta}^0 \bar{C}(*, dv_1) \prod_{i=2}^n C(|v_{i-1}|, dv_i)A(|v_n|, x). \end{aligned}$$

From this, we get

$$\begin{aligned} \int_0^\beta \int_0^\infty (\int_0^\infty P_z\{\tilde{\gamma}_{1\beta} \geq t; X(t) \in dx\} dt) d\pi(z) &= E[\xi_1]\bar{A}_f(*, *) \\ &+ E[\xi_1] \int_{-\beta}^0 \bar{C}(*, dv_1)\bar{A}_f(|v_1|, *) \\ &+ E[\xi_1] \sum_{n=1}^\infty \int_{-\beta}^0 \dots (n) \dots \int_{-\beta}^0 \bar{C}(*, dv_1) \prod_{i=2}^n C(|v_{i-1}|, dv_i)\bar{A}_f(|v_n|, *) \\ &= E[\xi_1]\bar{R}_f(*, *). \end{aligned}$$

Thus, by considering that $E[\xi_1] < \infty$, the proof is completed.

REFERENCES

- Afanas'eva, L.G., bulinskaya, E.V., 'Some asymptotical results for random walks in a strip' *Teor. Veroyatn. Primen.* 29, 4, 658-668 (1983).
- Borovkov, A.A., *Stochastic Processes sin The Theory of Queues*, Nauka, Moscow 1972.
- Feller, W., *An Introduction to Probability Theory and Its Applications*, Vol. I, Wiley, New York 1968.
- Gihman, I.I., Skorohod, A.V., *The Theory of Stochastic Processes II*, Springer-Verlag, 1975.
- Khaniev, T.A., Ünver, I., 'The study of the level zero crossing time of a semi-Markov random walk with delaying screen', *Tr. J. of Mathematics* 21, 257-268 (1997).
- Lotov, V.I., 'On the asymptotics of distributions in two-sided boundary problems for random walks defined on a Markov chain', *Sib. Adv. Math.* 1, 3, 26-51 (1991).
- Maden, S., Yansitan ve tutan bariyerli yarı-Markov rastgele yürüyüş süreci üzerine. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, KTÜ, Trabzon, (1997).

- Maden, S., 'On the semi-Markovian random walk process with reflecting and delaying barriers', *Tr. J. of Mathematics* 25, 263-274 (2001).
- Maden, S., 'On the one-dimensional distribution function of semi-Markovian random walk process with reflecting and delaying barriers', *Beykent University, Journal of Science and Technology*, 3(1), 104-119 (2009).
- Nasirova, T.H., *Processes of Semi-Markov Walk*, ELM, Baku, 1984.
- Prabhu, N. U., *Stochastic Storage Processes*, New York, Heidelberg: Springer- Verlag, 1981.
- Spitzer, F., *Principles of Random Walk*, Van Nostrand, Princeton, 1969.

Manavgat Nehri Günübirlık Gezinti Tekneciliği ve Sorunları

İsmet BALIK^{1*}, Aziz MUSLU²

^{1*}Ordu Üniversitesi, Fatsa Deniz Bilimleri Fakültesi, Denizcilik İşletmeleri Yönetimi
Bölümü, 52400 Fatsa, Ordu

²İstanbul Gelişim Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, İstanbul

Özet

Türkiye'nin özellikle batı Akdeniz kıyıları iklimi, nehirleri, kıyılarının yapısı ve coğrafi konumunun sağladığı avantajlar ile deniz turizmi açısından son derece çekici bir konumdadır. Buna bağlı olarak turizm aktiviteleri de önemli çeşitlilik arz etmektedir. Bunlardan birisi de Manavgat Nehri günübirlık gezinti tekneciliğidir. Bu araştırmada Manavgat Nehri'ni barınak olarak kullanan günübirlık gezinti tekneleri, gezinti tekneciliği faaliyetleri, verdikleri hizmetler ve bu hizmetlerin çeşitliliği incelenmiştir. Araştırmanın amacı doğrultusunda yarı-yapılandırılmış mülakat uygulanmıştır. Yapılan çalışmalarda, Manavgat Nehri'ni ve Side Antik Limanı'nı barınak olarak kullanmakta olan ve 2016 yılında aktif olarak çalışan toplam 59 ticari teknenin bulunduğu belirlenmiştir. Bu teknelerden sadece biri sac olup diğerleri ahşaptır. Gövde yapısı bakımından birisi dışında yuvarlak gövdeli oldukları saptanmıştır. Bir tekne ise katamaran tipte gövdeye sahiptir. Bu teknelerle Şelale Turu, Boğaz Turu ve Karaburun Turu olmak üzere üç farklı tur rotasının düzenlendiği saptanmıştır. Ayrıca, araştırma bulguları ışığında günübirlık gezinti teknesi işletmelerine ilişkin SWOT analizi gerçekleştirilerek, söz konusu işletmelerde ön plana çıkan güçlü ve zayıf yanlar ile fırsat ve tehditler ortaya konmuştur.

Anahtar Sözcükler: Manavgat Nehri; Günübirlık gezinti tekneleri; Deniz işletmeciliği; Kurumsal yönetişim

Day Trip Boating and Their Problems In Manavgat River

Abstract

In terms of climate, coast structure and rivers, particularly western mediterranean coasts of Turkey has attractive position by its geographical location. As a result, tourism activities are also important. One of these is the day trip boating activities in the Manavgat River. In this study, daily trips, their diversity and services provided and in the Manavgat river were examined. In accordance with the purpose of the study, a semi-structured interview was conducted with boat owners, captains and other employees. Only one of these boats is steel and the others are wooden. In terms of body structure, it was determined that one boat has catamaran body and the others have round body structure. It was determined that three different tour packages were made, namely Waterfall Tour, Bosphorus Tour and Karaburun Tour. Besides, in the light of research findings, SWOT analysis of daily tour boats enterprises has performed and primary strengths-weaknesses and opportunities-threats in such enterprises are presented.

Keywords: Manavgat River; Daily tour boats; Maritime business administration; Strategic management; Corporate governance

*ibalik@hotmail.com

1. GİRİŞ

Türklerin denizle ilk tanışmaları Oğuz Türklerinin Orta Asya'dan Anadolu'ya göç etmeleri ve küçük Asya'da yerleşmeleri ile başlamıştır. Türk denizciliğinde önemli görülen isimlerin başında, Barbaros Hayreddin Paşa, Kılıç Ali Paşa gibi Büyük Amiraller, Piri Reis, Ali Macar Reis gibi evrensel deniz haritacılığının öncüleri gelmektedir. Ayrıca bu isimler dünya denizcilik tarihine de damga vurmuştur. Türkleri denizlerle kaynaştıran ilk öncü isim ise Emir Çaka Bey olarak belirtilmektedir (Güçlütürk Baran & Özoğul 2016).

Türklerde deniz turizminin tarihi de çok eski yıllara uzanmaktadır. Osmanlı şairleri, "... bir çifte kürek, bir kayıkla çikalım sadabada..." benzeri deniz gezilerinden çokça söz etmişlerdir. Boğaz'da, Haliç ve Göksu'da kürekli teknelerle geziler yapıldığı da bilinmektedir. Cumhuriyet Dönemi'nde birkaç adet yattan söz edilir. Şehir hatları vapurlarıyla kruvaziyer gemi gezileri de, Akdeniz'de bilinen bir deniz turizmi gezisi tipidir. Ancak, organize deniz turizmi faaliyeti, ilk kez Bodrum'da Halikarnas Balıkçısı diye anılan şair/ yazar/felsefeci Cevat Şakir Kabaağaçlı'nın sürgün yıllarında, süngerci-balıkçı kayıklarıyla Gökova koylarına yaptığı gezilerle başlamıştır. Sonraları yabancı konukların da geziye katılmaları ile "Mavi Yolculuk" adı altında deniz gezileri yaygınlaşmıştır. Başlangıçta 6-7 m sandallarla yapılan geziler, sonraları motorlu teknelerle, Marmaris, Fethiye, Antalya gibi güzel koyların olduğu bölgelere yayılmıştır. Bu arada, çevre koyalara günübirlik geziler, dalış ve su sporları, yatılı yat gezileri gelişmeye başlamıştır. Ege/Akdeniz kıyılarımızla yakınlarındaki Yunan Adaları'na yapılan feribot seferleri de "Deniz Turizmi"ni desteklemiştir. Denizde bunlar olurken, bu teknelerin bağlama-kışlama yanaşma gereksinimlerini karşılayan "Deniz Turizmi Tesisleri" görülmeye başlamıştır. Turizm Bakanlığı'na bağlı TURBAN Şirketi, önce Kuşadası Marina'yı sonra da Bodrum ve Kemer marinalarını işletmeye açmıştır (DTO 2015).

Ülkemizde benzer amaçlı yat kullanımı ve yat yarışlarının yapılması, Büyükada Yat Kulübü tarafından 1898 yılında 2 haftalık düzenlenen seri yarışlar olarak tarihimizde yer almaktadır. Ancak 20. yüzyılın ilk çeyreği rekreasyonel amaçlı denizciliğimizi, takaları, çektirmeleri ve benzeri tekneleri, savaşların içinde denizlerde özveri ile görev yapma durumunda bırakmıştır. 1930'lara gelindiğinde ise ülkemizin modernleşme hamlelerinin bir devamı olarak yatçılıkta da hamle yapılmış ve ülkemizdeki ilk resmi yat yarışlarından

biri, 1932 yılı Eylül ayında, üç yarış üzerinden yapılan “İlk İstanbul Birinciliği” olarak tarihteki yerini almıştır (DLH 2010).

Deniz Ticaret Odası tarafından hazırlanan “2012 yılı Deniz Sektör Raporu” verilerine göre, İtalya’nın 6500 km uzunluğundaki kıyılarında 380, İspanya’nın 4964 km uzunluğundaki kıyılarında 96, Hırvatistan’ın 5835 km uzunluğundaki kıyılarında 50 adet marina varken, Türkiye’nin 8333 kilometrelik kıyılarında Turizm Bakanlığı belgeli sadece 46 adet marina bulunmaktadır. Dünya genelinde ise 19000 adet, Avrupa genelinde de toplam 5000 adet marina/yat limanı mevcuttur (DTO 2015). Türkiye’deki 46 marinanın, denizde 14314 yat, karada 5537 yat ve toplamda 19851 yat bağlama kapasitesi bulunmaktadır. Ülkemizdeki yat hareket sayılarına bakıldığında, 2011 Ocak-2012 Ağustos zaman dilimi arasındaki 20 metreden küçük yatların yat kayıt belgesi (trasitlog) kayıtlarından derlenen bilgilerle yapılan analiz sonucunda; 20 metreden küçük yatların toplam yat kayıt belgesi hareket sayısı 61853 olup, 12776 yat hareketi ile Marmaris %15’lik pay ile en yoğun limandır. Marmaris Limanı’nı sırasıyla Bodrum, Göcek, İstanbul, Fethiye limanları takip etmektedir. Bununla beraber Kuşadası Limanı’nda görülen yat hareketleri de azımsanamayacak derecededir. Ülkemizde son yıllarda büyüme eğilimi gösteren deniz turizmi ve buna bağlı olarak gelişen yat turizmi yeni yat limanı ihtiyacını da beraberinde getirmektedir. Bu kapsamda, mevcut yat limanlarının günümüz koşullarına uygun olarak modernize edilmesi yanında, yeni yat limanı ihtiyacının karşılanması amacıyla, bilimsel verilere dayalı analizler sonucunda planlama yapılarak, doğru yer seçimi ve nerelere yeni yat limanlarının ne şekilde inşa edileceğinin belirlenmesi büyük önem arz etmektedir.

1960’lı yıllarda turist taşıyan teknelerin ilk olarak Türkiye kıyılarına gelmeye başlaması, 1970’li yıllarda Avrupalı ve Amerikalı yatçıların Türkiye’ye gelmeye başlamaları sonucunda bunlara hizmet verecek barınma, tamir, kışlama ve alışveriş vb. ihtiyaçların doğmasına neden olmuştur. 1970’li yılların sonunda Turizm Bakanlığı’nın bünyesinde çeşitli yat limanları belirlenmiş ve bunların Gelişme planları DPT tarafından hazırlanmıştır. Turizmi Teşvik Kanunu’ndan sonraki 1980’li yıllarda yat turizminin canlı olduğu bölgelerde daha çok doğal koylar içerisinde çeşitli nitelik ve statülerde Çeşme’den Antalya’ya kadar yat limanları kurulmuştur (DLH 2010).

Türkiye’de yat turizmi hareketleri, 1980’li yılların ikinci yarısından sonra iç ve özellikle dış talebin uyanışı ile gündeme gelmiştir. Ege ve Akdeniz kıyılarının yat

turizmine çok uygun zeminler oluşturması, ayrıca dünya yatçılarının temizlik, yoğunluk ve alışkanlık bakımlarından diğer yatçılık bölgelerinden kaçmaları, Türkiye’de yatçılık hareketlerine ilk ivmeyi kazandırmıştır. Bu hareketliliğin zorunlu kıldığı yat limanı alt yapısı oluşturma çabaları sonucunda 1984 yılında sadece 2 olan bakanlık işletme belgeli yat limanı sayısı ve 435 olan bağlama kapasitesi 435, 2009 yılında 21 yat limanı ve 4095 bağlama kapasite sayılarına ulaşmıştır (DLH 2010).

Türkiye’de yoğun olarak Güney Ege kıyılarında gerçekleştirilen günübirlik gezinti tekneciliği koy ve adaları kapsayacak şekilde bir günlük zaman diliminde tamamlanmaktadır. Bu turlar birbirini tanıyan kişilerin özel tekne kiralaması veya yüksek kapasiteli tekneler kullanılarak birbirini tanımayan kişilerin standart tur paketlerine dahil olmasıyla gerçekleştirilir. Ülkemize özgü deniz aracımız olan guletler bu tür geziler için kullanılmaktadır (Atlay Işık et al 2013).

Ülkelerin turizm gelirlerinin artışı, turizm ile ilgili kara ve deniz yapılarının doğru planlanmasına bağlıdır. Ülkemizde de turizm kaynaklı döviz gelirlerinde sağlanacak artış için turizm kıyı yapılarının planlanması ve geliştirilmesi öncelikli durum olarak değerlendirilmelidir (DLH 2010). Bu çalışmada, ülkemizin önemli turizm merkezlerinden Manavgat ve çevresinde yapılan günübirlik gezinti tekneciliği ve sorunları araştırılmış, sorunların giderilmesine, alt yapı eksiklerinin giderilmesi ve iyileştirilmesine dönük çözüm önerileri getirilmeye çalışılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Manavgat Nehri’nde ve çevresinde turizm amaçlı çalışan tur teknelerinin sahipleri, kaptanları ve diğer çalışanları ile yarı-yapılandırılmış mülakat uygulanmıştır. Mülakat yönteminin bir olgu hakkında anketlerden edinilemeyecek derinlikte veriye ulaşma imkanı sağlaması, yanlış anlaşılardan kaynaklanan ve verilerin geçerliliğine zarar verecek hataların azalmasını sağlaması ve ilave soru sorma imkanından dolayı araştırma öncesinde öngörülmemiş noktaların belirmesini mümkün kılması gibi özelliklerinden dolayı avantajları bulunmaktadır (Altunışık et al 2007). Berg (2000) yarı-yapılandırılmış mülakatları belirli bir miktarda sorunun mülakatın gerçekleştirilmesinden önce belirlendiği ancak mülakat sürecinde alınan cevaplar doğrultusunda veya görüşülen kişinin yönlendirmesiyle farklı sorulara yer verildiği mülakat türü olarak tanımlamıştır. Mülakatlar, 2016 yılının Ağustos ve Eylül aylarında gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler kapsamında kullanılan tekneler ve özellikleri, rota şablonları, tekne turlarında verilen

hizmetler, kooperatif yapılanmaları ve acentelerin rolü gibi konulara yönelik sorular aktarılmıştır. Toplanan veriler kullanılarak teknelerin bazı yapısal ve teknik özellikleri, tur rotaları, verilen hizmetler, karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri belirlenmeye çalışılmıştır.

Derinlemesine mülakattan elde edilen verilere dayanarak, GZFT analizi gerçekleştirilmiştir. İşletmelerin güçlü ve zayıf yönleri ile, fırsat ve tehditlerin incelendiği bu teknik 1950'lerin başında Harward Business School'un çabalarıyla ortaya çıkmıştır. İngilizce Strengths, Weaknesses, Opportunities ve Threats (güçlü yönler, zayıf yönler, fırsatlar ve tehditler) kelimelerinin ilk harfleri ile SWOT Analizi olarak anılan teknik, Türk işletme literatüründe GZFT ya da FÜTZ (fırsatlar, üstünlükler, tehditler, zayıflıklar) olarak adlandırılmaktadır (Büyükalaca et al 2009). Bu amaçla organizasyonun mevcut güçlü yönleri kullanılarak tüm dış fırsatlardan yararlanmayı sağlayacak stratejiler geliştirilmektedir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 Manavgat Nehri

Manavgat Nehri'nin ilk suları, Akseki ilçesine bağlı Cevizli mahallesinin kuzeybatısındaki Akdağ ve Beyşehir Gölü'nün güneyindeki dağlardan çıkan kaynak suları ile Gembos kapalı havzasının güneyindeki suların birleşmesiyle oluşur. Deniz düzeyinden 1000-2000 m yükseklikte olan Manavgat Nehri'nin başlangıç bölümü yazın kuruyan küçük bir akarsu görünümündedir. Yaklaşık 90 km uzunluğundaki bu nehir Manavgat ilçesinin ortasından geçerek Boğaz adı verilen yerden Akdeniz'e dökülür (Küçük 1997). Denize döküldüğü noktanın yaklaşık 25 km yukarısında yapımı 1984 yılında tamamlanan 155 m gövde yüksekliğine sahip Oymapınar Barajı bulunmaktadır (Akyurt & Altınok 2009). Oymapınar Barajı'nın da yaklaşık 10 km aşağısında yapımı 1987 yılında tamamlanmış ve işletmeye açılmış 32 m gövde yüksekliğinde Manavgat Barajı yer almaktadır. Manavgat Barajı'ndan, su yolu yönünde yaklaşık 7 km, kuş uçuşu ise 6 km sonra Manavgat Şelalesi'ne ulaşılır. Manavgat Şelalesi (Büyük Şelale), Antalya'nın Manavgat ilçesinde Manavgat Nehri üzerinde bulunan ünlü bir şelaledir. Antalya'nın 72 km doğusunda ve Manavgat ilçesinin 3 km kuzeyinde bulunan ve adını bu ilçeden alan şelale, ırmak sularının 3-4 m'lik bir falezden düşmesiyle meydana gelir. Az bir yükseklikten dökülmesine rağmen geniş bir alan üzerinde yüksek bir debiyle akması, muhteşem bir manzara sergilemesini sağlamaktadır. Manavgat Şelalesi'nin yaklaşık 2 km

aşağısında da Küçük Şelale adı verilen, su akış yüksekliği fazla olmamakla birlikte teknelerin geçişine izin vermeyen ikinci bir şelale bulunmaktadır. Tur tekneleri, müşterilerini nehir yoluyla buraya kadar taşımaktalar ve buradan dolmuşlarla aktarmak suretiyle Büyük Şelaleye taşımaktadırlar.

3.2 Gezinti tekneleri, bazı yapısal ve teknik özellikleri

Dünyanın çeşitli yerlerinde gerçekleştirilmekte olan ada ve kale turları, koy turları, gala yemekleri, parti organizasyonları, düğün organizasyonları, yelken kursları, balina izleme turları, dalış turları, kafeste köpek balıklarıyla dalış turları, vahşi yaşam izleme turları, günbatımı turları, mağara turları, buzul turları, balıkçılık turları, yanardağ turları ve şarap turları günübirlik teknecilik kapsamında bir çok farklı amacın ve hizmet çeşitliliğinin varlığını göstermektedir (Aydın & Gencür 2015; Kayserili et al 2016).

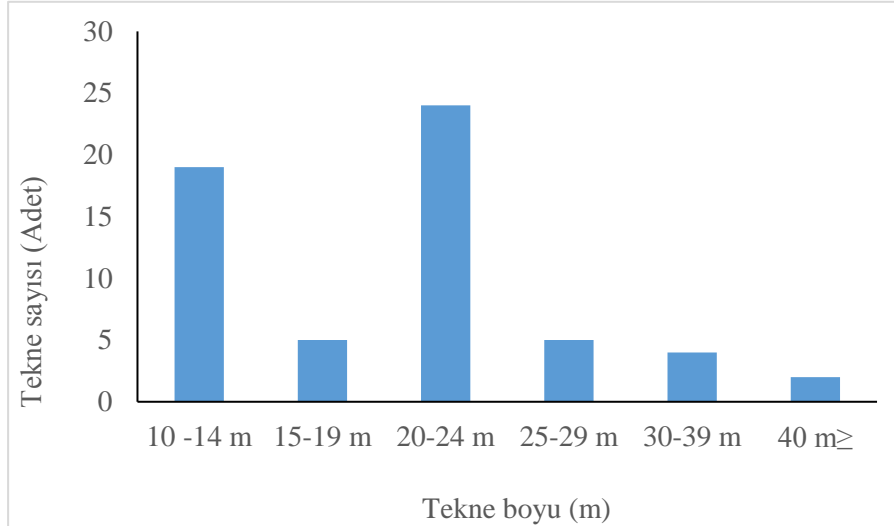
Gemilerin Teknik Yönetmeliği'nin 3. Maddesine göre gezinti/tenezzüh gemisi "Belirli bir noktadan hareket ederek liman seferi bölgeleri içerisinde önceden belirlenmiş bir rotada ve aynı gün içerisinde yolcusuyla günlük turunu tamamlayan, oturma düzeneği sabit olan veya olmayan eğlence, sosyal veya kültürel aktiviteler için kullanılan denize elverişlilik belgesinde 12 den fazla yolcu taşıma kapasitesi olan yolcu gemileri" şeklinde tanımlanmaktadır.

Tekneler dinlenme, eğlence, gezi veya yarış amaçlı kullanılan deniz taşıtlarıdır. Deniz Turizmi Yönetmeliği'nin 24. Maddesine göre Günübirlik Gezi Teknesi ise; "Gezi, spor, eğlence ve turizm amacıyla limandan aldığı yolcuları aynı gün aynı limanda indiren, denize elverişlilik belgesine sahip deniz turizmi aracıdır" şeklinde tanımlanmaktadır. Bu teknelerin tasarımında, özel isteklerin yanı sıra zorunlu olan bazı hususlarda göz önünde bulundurulur. Örneğin, usta yarışçıların kullandığı ve özel teknolojiler ile üretilmiş olan teknelerde teknenin türü, hızı, motor tipi ve gücü, kullanılacak malzeme, taşıyacağı yolcu sayısı, kullanılacağı deniz vb. özellikler özel istekler iken, teknenin türüne ve kullanım amacına göre sahip olması gereken bir takım özelliklerde taşınması gereken zorunlu hususlardır. Yelken veya motorlu sürat yarışlarına katılması amaçlanan teknelerden beklenen hızlı olmasıdır. Gezinti teknelerinden beklenen ise güvenli ve konforlu olmasıdır. Bunlar da sağlanması gereken temel zorunlu isteklerdir.

Bu nedenle tekneleri kullanım amacına, imalat şekline ve malzemesine göre sınıflandırmak mümkündür. Gövde yapılarına göre tekneler temelde ikiye ayrılır. Birincisi Deplasman Gövdeli Teknelerdir. Bu tip teknelerin gövdeleri, suda kaymak

(Planya-Planning) veya suyu yarmak (Deplasman-Displacement) amacına göre tasarlanırlar. Tekne, suda ilerleyebilmek için kendi kütlesine eşit miktarda su kütlesini iter. Yani, tekne ittiği suyla yer değiştirir. Bu kütle yer değişimine Deplasman (Displacement) adı verilir. Deplasman gövdeli tekneler, suyu en iyi şekilde itmek ve bunu gerçekleştirirken de en az güç kullanmak üzere tasarlanır. İkincisi ise Kayıcı (Planya) Gövdeli teknelerdir. Bu tip gövdeli teknelerde temel amaç, süratlendikçe su yüzeyinde kaymaktır. Bunu yapabilmek için güçlü bir motora ihtiyaçları vardır. Düz veya V tabanlı gövdeler planya olarak hareket ederler. Yelkenli teknelerin pek çoğu ve yolcu gemileri suda sakin ve düzgün bir şekilde ilerlemek için suyu yarıcı (deplasman) özelliğindedir. Jetskiler dahil pek çok küçük ve büyük motoryat, su üzerinde daha hızlı gidebilmek için kayıcı (planya) gövde yapıdadır.

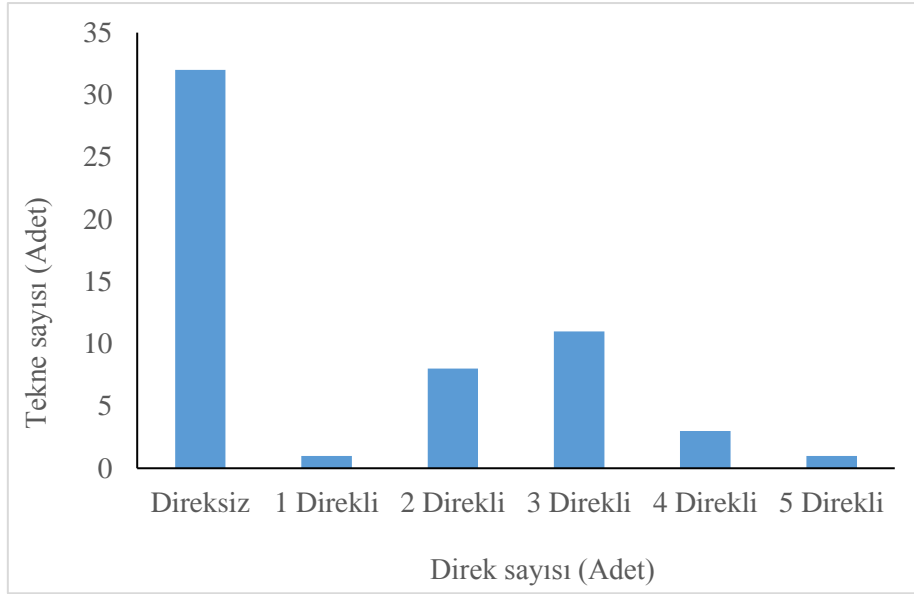
Manavgat Nehri'ni barınak olarak kullanan ve 2016 yılında aktif olarak çalışan toplam 59 ticari teknenin bulunduğu belirlenmiştir. Bu teknelerden sadece birisinin sac, diğerlerinin ise ahşap oldukları saptanmıştır. Gövde yapısı bakımından bir teknenin katamaran, diğerlerinin ise yuvarlak gövdeli oldukları belirlenmiştir. Çünkü, yuvarlak gövdeli tekneler hem derinliği zaman zaman değişebilen nehirde seyir için hem de daha geniş bir yaşam alanı sağlaması bakımından daha uygundur. Bu teknelerin uzunluk bakımından dağılımları Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. Teknelerin uzunluklarına göre dağılımı.

Şekil 2'de görüldüğü gibi, teknelerin yarısından fazlası direksizdir. Direk taşıyan teknelerinde büyük çoğunluğu iki ya da üç direklidir. Alüminyum alaşım ya da çelik sac borudan imal direklerin boyu 18-30 m arasında değişmektedir. Genellikle 9-15 m arası

uzunluktaki teknelerde direk bulunmazken, bir veya iki direkli tekne sayısının çok az olduğu anlaşılmıştır. Esasen direk ya da direklerin seyir açısından herhangi bir fonksiyonel görevi bulunmamaktadır. Sadece görsel amaçlıdır. Üstelik direkler teknelerin Manavgat Çevreyolu köprüsünün altından geçmelerine de mani olmaktadır. Ayrıca direkli tekneler barınak olarak nehrin sadece Manavgat Çevreyolu Köprüsüne kadar olan kesimini kullanabilmekteler. Bunun yanı sıra şelale turu da ancak direksiz tekneler vasıtasıyla yapılabilmektedir.



Şekil 2. Taşıdıkları direk sayısına göre teknelerin dağılımı.

Tekneler, ayna kış yapıdadır. Çünkü, müşterilerin denize girebilmeleri için kış tarafına platform ilave edilmesi gerekmektedir. Bunun içinde en uygun form ayna kış'tır. Tekne motoru olarak ise 9-15 m arası teknelerde 180 HP dizel su soğutmalı motorlar kullanılmaktadır. Daha büyük 15-24 m arası teknelerin %70'i tek motorlu, %30'u ise çift motorludur. Çift motorlu teknelerde, biri sağda diğeri solda olmak üzere iki şaft bulunur. Tek motorlu teknelerde 350-450 HP, çift motorlu teknelerde (her iki motorda aynı anda çalışır) 300-350 HP arası motorlar kullanılmaktadır.

Yapılan gözlemlerde teknelerin genel olarak Deniz Turizmi Yönetmeliği Uygulama Tebliği'nce Deniz Turizmi Aracı İşletmesinde kullanılacak günübirlik gezinti teknelerinde aranan koşulları taşıdıkları anlaşılmıştır.

3.3 Barınak

Manavgat Nehri'ni barınak olarak kullanmakta olan günöbirlik tur teknelerinden direkli olanları, nehrin boğaz kesiminden Manavgat Çevreyolu Köprüsü'ne kadar olan kesimini barına olarak kullanabilmektedir. Diresiz tekneler ise nehrin boğaz kesiminden şehir merkezine kadar olan herhangi bir noktasını kullanabilmektedir. Nehrin her iki yakasında yer yer betonarme rıhtımlar ve ahşap iskeleler oluşturulmuştur. Yine batı yakasında 2872 sayılı Çevre Kanunu ve bu Kanun uyarınca yayımlanan "Gemilerden Atık Alınması ve Atıkların Kontrolü Yönetmeliğı" gereğince bir adet sıvı atık toplama noktası oluşturulmuştur. Ancak, bazı teknelerin nehre ya da denize sıvı atıklarını boşalttıkları ifade edilmektedir. Bunun önlenmesi için daha sıkı denetime ihtiyaç vardır. Barınak olarak Manavgat Nehri'ni kullanmakta olan günöbirlik gezi teknelerinin en büyük sorunlarını elektrik ve su ihtiyaçlarını karşılayabilecekleri bir alt yapının bulunmaması oluşturmaktadır. Bu alt yapının zaman geçirilmeksizin sağlanması gerekmektedir. Bir diğerk eksiklikte, teknelerin yakıt ihtiyaçlarını giderebilecekleri herhangi bir sabit ya da mobil tesisin bulunmamasıdır. Bu sorunun da giderilmesiyle sektörün önemli bir başka sorunu da ortadan kaldırılmış olacaktır.

3.4 Düzenlenen turlar

Özel turlar dışında dört ayrı günöbirlik tekne turu rotası bulunmaktadır. Bunlar:

3.4.1 Şelalesi turu: Manavgat şehir merkezinden müşterilerini alan tekneler, Küçük Şelale'ye kadar nehirden gitmektedirler. Bazıları buradan dönüş yaparken, bazıları dolmuşlara aktarılan müşterileri karayoluyla Büyük Şelale'ye (Manavgat Şelalesi) taşınmaktadır. Bir süre burada vakit geçiren müşteriler dolmuşlarla Küçük Şelaleye, oradan da tekne ile tekrar ilk hareket noktası olan şehir merkezine geri getirilmektedir.

3.4.2 Boğaz turu: Manavgat Nehri'nin denizle buluştuğı yere yani Manavgat Boğazı'na düzenlenen turlardır. Bu tur rotası, Şelale Turu'na göre daha uzun süreli ve yemeklidir. Manavgat Nehri ağzının en büyük özelliğı, tatlı su ile tuzlu suyun arasında genişliğı sadece 10-15 m olan bir kumsalın bulunmasıdır. Nehir, denize kavuşmadan önce 3-4 km boyunca denize paralel olarak akar ve aralarında sadece bir kumsal vardır. Bu özellik, Manavgat Boğazı'na eşsiz bir doğal güzelliğın yanı sıra müşterilere hem deniz hem de buz gibi nehir suyunda yüzebilme imkanı sağlamaktadır. Ayrıca, bu bölgede yolculara tur

kapsamında yemek ikramı yapılmaktadır. Bir süre burada kalan müşteriler, tekrar teknelere alınarak Manavgat şehir merkezine geri dönüş yapılmaktadır.

3.4.3 Karabarun turu: Manavgat Nehri'nden Alanya istikametinde yaklaşık 20-25 km uzaklıkta bulunan Okurcalar-Karaburun Koyu girişindeki Küçük Ada'ya yapılan turlardır. Bu günübirlik tur süresince yolcular Toros dağlarının eşsiz manzarasını denizden seyretmenin keyfini yaşamaktadırlar. Karaburun'da bulunan Küçük Ada civarında verilen mola esnasında arzu eden müşteriler denize girebilmekte ve hatta adaya kadar yüzerek tekrar geri gelebilmektedirler. Geri dönüşte Boğaz mevkiinde verilen mola sırasında da müşteriler hem denizde hem de nehirde yüzme olanağı bulmaktadırlar.

3.4.4 Side-Manavgat turu: Bu günübirlik tur rotasında birinci amaç Side'den alınan müşterilerin gezinti tekneleriyle bilhassa Pazartesi ve Perşembe günleri Manavgat'ta kurulan halk pazarlarına taşımaktır. Ayrıca, bu turlara Küçük Şelale ve Büyük Şelale ziyaretleri de ilave edilebilmektedir.

3.5 Pazarlama

Şelale Turu yapan küçük gezinti tekneleri daha çok şehir merkezinde hanuççuluk yöntemiyle müşteri temin etmektedirler. Diğerleri ise müşterilerin büyük çoğunluğunu seyahat büroları aracılığıyla tur bileti satışı yaparak sağlamaktadır. Bu da teknelerin kar oranının önemli miktarda azalmasına neden olmaktadır. Yine her bir tekne, Manavgat Bölgesinde (Kızılot, Kızılağaç, Titreyengöl, Sorgun, Side, Kumköy, Evrenseki, Çolaklı, Gündoğdu) bulunan otellerden veya vermiş oldukları adreslerden dolmuş veya otobüsler ile kendi müşterilerini toplamakta ve tur sonrası tekrar geri bırakmaktadır. Buda gezinti tekneleri için hem iş yükünü artırıcı hem de kazancı düşürücü önemli bir etmendir.

Genellikle 30 ile 150 kişi arasında kapasiteye sahip tekneler ile yapılan tur kapsamında ücretsiz öğle yemeği servisi yapılmaktadır. Seyahat süresince canlı müzik, oyun ve animasyon gösterileri yapılmaktadır. Müşteri başına seyahat bürolarınca teknelere ödenen ücretin 5 ile 10 Euro arasında değiştiği ifade edilmiştir. Tekne sahipleri tarafından işletilen ya da ikinci şahıslara kiralanan teknelerde bulunan barlar, neredeyse gezinti tekneciliğinin en büyük gelirini sağlamaktadır. Günlük müşteri sayısının, turizm hareketliliğinin en yüksek olduğu 2016 yılı Temmuz ayında 80-90 iken, Ağustos ayı sonunda 70-75 kişiye düştüğü ifade edilmektedir.

3.6 GZFT Analizi

Araştırmanın bulguları ışığında gezinti teknesi işletmelerinin ön plana çıkan güçlü ve zayıf yönler ile fırsat ve tehditler Çizelge 1’de yer almaktadır.

Çizelge 1. GZFT Analizi.

Güçlü Yönler

- Teknelerin bakım ve onarımının yapılabileceği tersanelerin bulunması,
- Bir çok teknenin sahibinin, başka gelirlerinin de olması nedeniyle güçlü finansla sahip olmaları,
- Bölgenin beş yıldızlı otel bakımından zengin olması, dolayısıyla günübirlik tekne turu müşterisince zengin olması,
- Tur güzergahlarının kısa olması nedeniyle yakıt giderinin düşük olması,
- Tur güzergahının nehir, şelale, deniz, pazar, tarihi eser gibi çoklu zenginlikleri içermesi nedeniyle müşteri için daha cazip gelmesi.

Zayıf Yönler

- Kurumsallaşma,
- Bilişim teknolojisinden yeterince faydalanılmaması,
- Örgütlenmedeki yetersizlik,
- Teknelerin bağlama yerlerinde elektrik ve su alt yapısının bulunmaması,
- Yakıt istasyonunun olmaması,
- Nehrin yukarısında bulunan hidroelektrik barajlarını işleten özel şirketlerce nehir yatağına çok az su verilmesi,
- Artan karasal kaynaklı kirleticiler nedeniyle görsel cazibenin azalması,
- Pazarlamanın acentalar vasıtasıyla yapılamaması, dolayısıyla gelirin düşmesi, her bir gezi teknesinin müşterilerini toplama ve geri bırakma işlemini gerçekleştirmeye çalışması,
- Düşük ücretle çalışan daha az kalifiye insan çalıştırma eğilimi,
- Örgütlenmedeki yetersizlik,
- Sorunların iletebilecekleri devlet kurumlarının yeterli olmaması.

Fırsatlar

- Gezi teknesi bağlama yerlerinin şehir merkezinde olması,
 - Rakip bulunmaması,
 - Özel tur satış imkanları,
 - Nehrin şehir merkezinden geçiyor olması,
 - Ulaşım sorununun bulunmaması,
 - Büyük Şelale, Küçük Şelale, Oymapınar ve Manavgat Barajlarının aynı nehirler üzerinde bulunması,
 - Alanya ve Belek gibi önemli turizm bölgelerine de çok yakın olması,
 - Tatlısu ve tuzlu suyun bir arada bulunduğu ender bir ortam olması,
 - Doğaya olan ilginin hiçbir zaman azalmaması.
-

Tehditler

- Yabancı turist sayısında görülen azalma.
 - Türkiye'ye komşu ülkelerde yaşanan savaş ve buna bağlı olarak gelişen göç sorunu,
 - Terörün yaratmış olduğu korku, endişe ve tedirginlik,
 - Tur teknelerinin nehri daha ne kadar barınak olarak kullanılacağına bilinmemesi,
 - Tekneler tarafından nehre verilen kirleticiler,
 - Naras Barajı'ndan gelen kirleticiler,
 - Doğrudan nehre atılan kirleticiler,
 - Tekne sayısının giderek artması,
 - Korsan, belgesiz ya da eksik belgeyle çalışan teknelerin bulunması,
 - Yasak olmasına rağmen ırmağa giren Parasiling teknelerinin yarattığı tehlikeler,
 - Nehir kıyısında bulunan ağaç köklerinin gerek seyir gerekse rıhtıma yaklaşma esnasında neden olduğu tehlikeler.
-

4. SONUÇLAR

Gezi teknesi sahipleri ve sektör çalışanlarıyla yapılan mülakatlar ile yerinde yapılan incelemeler ve gözlemler neticesinde tespit edilen sorunlar aşağıdaki şekilde sıralanmıştır:

4.1 Sorunlar

- Genel olarak turizm sektörünü olumsuz etkileyen 2016 yılı krizi nedeniyle tekne turu müşteri sayısındaki azalma,
- Bağlama rıhtımlarında, elektrik ve su ihtiyaçlarını karşılayacak herhangi bir alt yapının bulunmaması,
- Nehir kıyısında ve bağlama noktalarına yakın yakıt istasyonunun bulunmaması,
- Korsan, belgesiz ya da eksik belgeli personel çalıştıran teknelerin olması,
- Yasak olmasına rağmen nehre giren Parasiling teknelerinin yarattığı tehlikeler,
- Nehir kıyısında bulunan ağaç köklerinin teknelerin gerek seyir gerekse bağlama noktalarına yaklaşmaları esnasında karşılaştıkları tehlikeler,
- Nehre doğrudan atılan içki şişeleri ve kutuları ile pet şişe ve naylon poşetlerin yarattığı kirlilik,
- Bilhassa Naras Barajı'nın su tutmaya başlamasıyla Manavgat Nehrine ulaşan sebze ve meyve (patlıcan, domates, portakal vb.) kirliliği,
- Geceleri sivrisineklerin vermiş olduğu rahatsızlık olarak sıralanabilir.

Günübirlik gezinti tekneciliğinde tekneler, hizmet personeli ve verilen hizmet kadar tur güzergahının temiz ve bakımı da önemlidir. Bu amaçla Manavgat Belediyesi'nce görevlendirilen bir ekibin Nehir kenarında temizlik yaptığı ancak bunun yeterli olmadığı anlaşılmaktadır. Sadece Manavgat Belediyesi ekiplerinin değil Gezinti tekneleri kooperatifince oluşturulacak bir ekibinde bu kapsamda çalıştırılmasında yarar vardır. Bunun yanı sıra sadece tur güzergahında değil Manavgat Nehri yağış havzası içerisinde yer alan tüm sahada da temizlik çalışması yapılması ya da karasal kökenli kirleticileri azaltıcı çalışmalar yürütülmesi gerekmektedir.

Çalışmada ortaya çıkan önemli bir sonuç, günübirlik gezi teknesi işletmelerinin teknolojik imkânlardan yeterince yararlanmadığıdır. İnternet sitesi ve erişim için GSM numarası dışında herhangi bir bilgi teknolojisi yatırımı yoktur. Oysa tur kapsamında seyir yapılan rota ve uğrak yapılan noktalar GSM ağı kapsamındadır. Mobil yayın, on-line görüntü ve video paylaşımı, sosyal medya etkin olarak kullanılmamaktadır. İnternet üzerinden on-line bilet satışı uygulamasına mutlaka geçilmelidir. Ayrıca suya dayanıklı aksiyon kameraları ile görüntü ve video kayıtları alınarak ticari mal ya da promosyon unsuru olarak değerlendirilebilecekken, bu olasılıklar tamamen göz ardı edilmektedir.

İşletmenin en belirgin güçlü yönleri finansmanı ve deneyimidir. Öne çıkan fırsatlar ise artan teknolojik imkanlar, müşterilerin sosyal medya paylaşımına verdiği önemin artması ve bütün günübirlik gezi teknelerinin benzer hizmetler ve anlayışla hareket ediyor olmasından kaynaklanmaktadır.

4.2 Öneriler

Bu bağlamda getirilen öneriler şu şekilde sıralanabilir:

- Bağlama rıhtımlarında elektrik ve su ihtiyaçlarının karşılanması için, belirli aralıklarla (50-60 m) nehrin her iki yakasına kartlı sistemle çalışan elektrik ve su panoları yerleştirilmelidir.
- Teknelerin yakıt ihtiyaçlarını giderebilecekleri sabit ya da taşınır bir petrol istasyonu kurulmalıdır.
- Kontroller artırılmak suretiyle korsan, belgesiz ya da eksik belgeyle çalışan teknelerin tur düzenlemeleri önlenmelidir.
- Seyri tehlikeye sokan Parasiling teknelerin nehre girmeleri önlenmelidir.
- Tekne sahipleri ya da kooperatifler tarafından, teknelerin seyrini ve rıhtıma yaklaşımları esnasında tehlike oluşturan ağaç kökleri temizlenmelidir.

- Nehre atılan ya da değişik yollarla ulaşan şişe, kutu, poşet, sebze ve meyve gibi kirlilik yaratan maddelerin temizlenmesi için Manavgat Belediyesi'nce görevlendirilen bir bot ve elemana yeterli değildir. Bu amaçla, kooperatif ya da dernek tarafından ilave ekip oluşturulmalıdır.
- Sivrisinekle mücadele için Antalya Büyükşehir Belediyesi'nce daha fazla çalışma yapılmalıdır.
- Hazırlanacak internet siteleri Türkçe, İngilizce, Almanca ve Rusça dillerinde hazırlanacak internet siteleri vasıtasıyla tur rotalarının zengin görsellerle tanıtımı yapılmalı hem de müşterilere bu siteler üzerinden kredi kartı ile on-line bilet alımı yapma olanağı sunulmalıdır.
- Aksiyon kameraları kullanılarak hizmette çeşitlilik sağlanmalıdır.
- Sosyal medyanın daha efektif kullanılması gerekmektedir.
- Özel turlara yönelik hizmet çeşitliliğinin artırılması gerekmektedir.
- Kapalı grup toplantılarına yönelik planlama ve tanıtım yapılmalıdır (grup terapileri, sanat workshopları, ve benzeri).
- Mehtap turları ve özel turlar yoluyla canlı dinlence müziğinin opsiyon olarak sunulma imkanları araştırılmalıdır.
- Tur teknesini takip eden ufak bir tekne ile dış çekim yapılabilir.
- Korsan, antik dönem gibi temalara sahip turların düzenlenebilir.
- Kaçış oyunları gibi ilgi çekici uygulamalar turlara entegre edilebilir.
- Daha farklı yarışma ve animasyonlar planlanabilir.

KAYNAKLAR

- Akyurt H & Altınok Y (2009). Oymapınar Barajı Tetiklenmiş Depremselliği ve Deprem Karakteristiklerinin İncelenmesi. *İstanbul Yerbilimleri Dergisi* 22: 49-66.
- Altunışık R, Coşkun R, Bayraktaroğlu S & Yıldırım E (2007) *Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri: SPSS Uygulamalı*, Sakarya Yayıncılık, İstanbul.
- Atlay Işık D, Parker S & Şengönül G (2013). *Denizcilik İşletmeleri Yönetimi, 11. Bölüm: Deniz Turizmi*, ss.417-446, Beta Yayınları, İstanbul
- Aydın A & Gencür A S (2015). Türkiye'nin Turizm Arzı, Piyasa Yapısı ve Global Riskler: Keşifsel Bir Yaklaşım. *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 2 (2): 43-64.
- Berg B L (2000). *Qualitative Research Methods for the Social Sciences*, Allyn and Bacon, California.
- Büyükalaca O, Gül A, Efeoğlu E, Ergün B, Keleş C, Sezgin A & Yakut E (2009). Osmaniye İli SWOT Analizi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi.

- DLH (2010). Turizm Kıyı Yapıları Master Plan Çalışması (Taslak Sonuç Raporu). Ulaştırma Bakanlığı, Demiryolları Limanlar ve Hava Meydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü, 391 s.
- DTO (2015). Deniz Turizminin Dünü, Bugünü Ve Sürdürülebilirliği. Deniz Turizmi, İmeak Dto / Nisan 2015 Sayısı Deniz Turizmi Eki, 40 s.
- Güçlütürk Baran G & Özoğul G. (2016). Deniz/kıyı turizminin gelişimi ve etkileri: Fethiye için bir değerlendirme. *Journal of Marine Tourism*, 1(2): 1-14.
- Kayserili E, Dinçer Ş, Yenilmez MÖ & Cerit G (2016). Günübirlık Gezinti Teknelerince Sunulan Hizmetler: Bodrum Örneği. III. Ulusal Deniz Turizmi Sempozyumu, 379-376. Doi: 10.18872/DEU.b.UDTS.2016.0023.
- Küçük F (1997). Antalya Körfezine Dökülen Akarsuların Balık Faunası ve Bazı Ekolojik Parametreleri Üzerine Bir Araştırma. T. C. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Eğirdir/Isparta.

Çakıldak Fındık Çeşidinde Kurutma Ortamları ve Muhafaza Süresine Bağlı Olarak Meydana Gelen Değişimler

Ali TURAN¹, Ali İSLAM²¹

¹Giresun Üniversitesi Teknik Bilimler MYO Fındık Ekspertliği Bölümü Giresun-Türkiye

²Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Ordu-Türkiye

Özet

Bu araştırma, 2013-2015 yılları arasında Çakıldak fındık çeşidinde yürütülmüştür. Çalışmada örnekler beton harman, çimen harman ve kurutma makinesinde kurutulmuş, 18 ay adi depo şartlarında depolanmış ve meyve özelliklerindeki değişim incelenmiştir. Depolama süresince her üç ayda bir yağ (%), protein (%), serbest yağ asitliği (%), peroksit sayısı (meqO₂/kg), ransimat (h), nem oranı (%) ve su aktivitesi özellikleri incelenmiştir. Depolama süresince protein oranı % 14.42-17.22, yağ oranı % 48.62-51.93, serbest yağ asitliği % 0.09-0.48, peroksit sayısı 0.026-0.616 meqO₂/kg yağ, ransimat değeri 3.51-4.75 h, nem % 3.43-5.18 ve su aktivitesi değeri 0.37-0.58 arasında değişmiştir. Depolama süresince en düşük serbest yağ asitliği değeri ve en yüksek ransimat değeri kurutma makinesi ortamında tespit edilmiştir. Depolama süresince hiçbir ortam ve zamanda aflatoxin B₁ ve toplam aflatoxin tespit edilmemiştir. Çalışma sonucunda meyve kalitesi ve muhafazası üzerine kurutma makinesinin daha etkili olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Corylus avellana*; Kurutma; Beton; Harman

Changes During Storage Period and The Drying Methods in The Çakıldak Hazelnut Cultivar

Abstract

The research was carried out in Çakıldak hazelnut cultivars between 2013-2015 years. In the study, the samples were dried in concrete, grass threshing and drying machine, stored for 18 months under ambient temperature and changes in nut traits were examined. During storage, protein content, lipid content, free fatty acids, peroxide value, rancimat value, moisture content, and activity water traits was investigated every three month. During storage, protein content was 14.42-17.22 %, lipid content 48.62-51.93 %, free fatty acids 0.09-0.48%, peroxide value 0.026-0.616 meqO₂ / kg, rancimat value 3.51-4.75 h, moisture content 3.43-5.18 and activity water 0.37-0.58. The lowest free fatty acids and highest rancimat value during storage were determined in the hazelnut drying machine. Aflatoxin B₁ and total aflatoxin were not detected at any time and ambient. As a result of the study, it has been seen that hazelnut drying machine is more effective on nut quality and preservation.

Key Words: *Corylus avellana*; Drying; Concrete; Floor

1. GİRİŞ

¹islamali@odu.edu.tr

Bu çalışma, Ordu Üniversitesi BAP tarafından desteklenen TF1332 nolu projenin ve yayınlanmamış doktora tezinin bir bölümüdür

Türkiye, fındığın en önemli yabancı türlerinin ve kültür çeşitlerinin anavatanıdır. Dünyada fındık üretiminin ve ticaretinin yapıldığı ilk ülkedir (Ayfer ve ark., 1986). Ayrıca Türkiye, günümüzde dünya fındık üretiminin yaklaşık %70' ine, dünya fındık ticaretinin ise yaklaşık %75-85'ine sahiptir (Köksal, 2002).

Fındık Türkiye'nin Karadeniz Bölgesinde yetişen, doğal yayılma alanı olan ve halkının en büyük geçim kaynağı tarımsal sanayi ürünüdür. Tombul çeşidi Giresun, Palaz Ordu'nun, Foşa Trabzon'un ve Çakıldak Karasu'nun tipik yöresel çeşitlerini oluşturmaktadır (Ayfer ve ark., 1986). Çakıldak çeşidi yüksek soğuklama isteği (750-1050 saat) nedeniyle özellikle Ordu ili yüksek kuşaklarında yaygındır. Adaptasyon kabiliyeti yüksek, geç olgunlaşan, yağ oranı % 56.7-58.7 ve protein oranı % 17.72-18.75 arasında olan bir çeşittir.

Özellikle kurutma aşamasında yapılan yanlışlıklar fındıkta önemli kayıplarına neden olmakta, ürünün muhafazası ve pazarlaması aşamasında sorunlara yol açmaktadır. Bu nedenle fındığın toplandıktan sonra zuruflarının ayrılması ve kısa sürede kurutulması büyük önem arz etmektedir. Ancak fındığın en önemli aşaması olan kurutma, ülkemizde geleneksellikten öteye geçememiştir. Fındığın geleneksel yöntemlerle kurutulması için yağışsız ve güneşli günlere ihtiyaç vardır. Hasat sezonunda bölgenin ekolojisinden dolayı birbiri ardına devam eden güneşli günlere az rastlanmaktadır. Bu nedenle de sürekli bir fındık kurutma fırsatı bulunamamaktadır.

Ülkemizde kurutma genellikle beton ve çimen harman üzerinde kontrolsüz koşullarda yapılmaktadır. Geleneksel kurutma ortamlarının olumsuzluklarına rağmen, makinalı kurutmaya geçilememiş ve yaygınlaştırılamamıştır. Üretici ekonomik nedenlerden dolayı, erken hasat ve erken harmanlama yapmak zorunda kalmaktadır. Bu geleneksel hasat ve kurutma yöntemleri ise kaçınılmaz olarak fındığın kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. Açık havada kurutma işlemi iklim şartlarına bağlı olarak değişmekle birlikte, 2-3 gün soldurulduktan sonra patozla zuruflarından ayrılan fındıkların kuruma süresi 6-10 gün içerisinde olmaktadır. Olgun ve ark., (2000)'na göre ise bu süre 82 saat civarında tamamlanmaktadır.

Bu araştırmanın amacı, farklı kurutma ortamlarının depolama süresince Çakıldak fındıkta meyve kalite özellikleri üzerinde oluşturduğu etkileri belirlemektir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma, 2013 yılında hasat edilen Çakıldak fındık çeşidinde yürütülmüş olup örnekler 18 ay adi depoda depolanmıştır. Örnekler Ordu ili Gürgentepe ilçesinden 40 yaşında olan bir bahçeden alınmıştır. Hasat edilen fındıklar zuruflu halde 3 gün açık havada soldurulmuş ve patoz yardımıyla zuruflarından ayrılmıştır. Zuruflarından ayrılan fındıklar zaman kaybetmeden kurutma ortamlarına getirilmiştir. Kurutma işlemi nem değeri %7'nin altına düşene kadar devam etmiştir. Çalışma tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü yürütülmüş ve her tekerrürde 10 kg (toplam 100 kg) fındık jüt çuvala konularak analiz yapılana kadar adi depo şartlarında (20°C sıcaklık ve % 70 nispi nem) bekletilmiştir.

2.1. Kurutma Ortamları

Çalışmada üç farklı kurutma ortamı kullanılmıştır. Beton harmanda, örnekler doğrudan beton zemin üzerine serilmiştir. Çimen harman uygulamasında ise, çimen biçilmiş ve üzerine plastik tente serildikten sonra örnekler bu tente üzerine kurutulmuştur. Kurutma makinesinde 45°C sıcaklıkta (FACMA s.r.l ES 3000, 2013) kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 1. Fındık kurutma makinesinin teknik özellikleri (FACMA ES 3000, 2013)

Quota(mm)	Ağırlık(kg)	Kapasite(m ³)	Isıtıcı(Kcal/h)	Vida Motoru(kW)	Vantilatör(kW)	Stand. Halka Yüksekliği(mm)
3.500	850	6.5	85.000	1.10	4.00	1.700

2.2. Analizler

Ham yağ oranı: Soxhlet cihazı kullanılarak yapılmış (Venktachalam ve ark., 2006), 5 g öğütülmüş fındık örneği, 60 ml petrol eteri kullanılmış ve % yağ (g/100g) = $\frac{(M_2 - M_1)}{m} \times 100$ formülü ile hesaplanmıştır.

Protein oranı: Kjeldahl yöntemiyle yapılmış (Venktachalam ve ark., 2006), 0.5 g öğütülmüş meyve örneği, 2 adet kjeldahl tablet, 12 ml H₂SO₄, 50 ml saf su, 30 ml H₃BO₃, 50 ml NaOH kullanılmış ve protein (%) = $0.014 \times 0.2 \times \ddot{O} \times 100 \times 6.25 / 0.5$ formülü ile hesaplanmıştır.

Serbest yağ asitliği: Fındık yağının etanol ve dietileter karışımında çözülmesi ve bundan sonra ortamda bulunan serbest yağ asitlerinin sodyum hidroksit çözeltisi ile titrasyonu ile

yapılmış (Anonim, 1990a), 2.5-5 g fındık yağı, 25-50 ml nötr alkol eter karışımı, 2-3 damla fenolfitaleyn çözeltisi, titrasyonda 0.1 NaOH çözeltisi kullanılmış ve $SYA(\%) = (V \times N \times 28.2) / m$ formülü ile hesaplanmıştır.

Peroksit sayısı: Yağlarda bulunan aktif oksijen miktarının ölçüsü olup, 2.5g yağ, 30 ml asetik asit/isooktan çözeltisi (3/2), 0.5 ml potasyum iyodür, 30 ml saf su, 0.1 N sodyum sülfatla titre edilmiş (Anonim, 1990b) ve peroksit sayısı $(meqO_2/kg) = ((V - V_{kör}) \times N \times 1000) / m$ formülüyle hesaplanmıştır.

Ransimat değeri: Ransimat 743 cihazında belirlenmiştir (Velasco ve ark., 2004). Nem oranı, $nem(\%) = (M_0 - M_1) \times 100 / M_0$ formülü ile hesaplanmıştır (Ayfer ve ark., 1986). Su aktivitesi, 0.2 mm öğütülmüş fındık örnekleri, örnek kabının 2/3'ünü kaplayacak şekilde doldurulmuş, değerlendirmeler için Novasina Sprint TH 500 cihazı kullanılmış ve 25°C'de yapılmıştır (Anonim, 2004). Aflatoksin B₁ ve toplam aflatoksin değeri HPLC'de belirlenmiş ve $m (ng/g) = 50 g / 250 ml \times 5 ml / 2 ml$ formülü ile hesaplanmıştır (Anonim, 2010).

Verilerin analizi tesadüf blokları deneme tertibinde iki yönlü varyans analizi ile yapılmış ve farklı ortalamaların belirlenmesinde Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Hesaplama ve yorumlamalarda önem düzeyi (α) %5 olarak dikkate alınmıştır. Verilerin istatistiki analizi JMP 10.0 istatistik paket programı ile yapılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Yağ içeriği

Yağ oranı, 18 ay depolama süresince her üç ayda bir alınan örneklerde incelenmiştir. Depolama süresince görülen farklılıklar istatistik olarak önemli bulunurken, ortamlar arasında farklılık görülmemiştir ($P < 0.05$). Depolama başında ortalama yağ oranı % 51.93 olurken depolama sonunda % 48.62'ye düşmüştür (Çizelge 2). Yağ oranındaki düşüş tüm ortamlarda depolama süresince devam etmiştir.

Çizelge 2. Yağ oranı (%) için ortam*zaman interaksiyonuna göre tanıtıcı istatistik değerleri ve Tukey testi sonuçları

Zaman	Ortam			
	Beton*	Çimen*	Kurutma Makinesi*	Ortalama**
0	51.53abc	52.40a	51.87ab	51.93a
3	51.20a-d	51.53abc	50.07a-e	50.87a
6	51.07a-d	49.67a-f	51.93ab	50.89a
9	50.53a-e	51.00a-e	51.60abc	51.04a
12	46.93efg	47.67c-g	48.00b-g	47.53b
15	45.81fg	45.13g	49.13a-g	46.69b
18	48.87a-g	49.80a-f	47.19d-g	48.62b
Ortalama	49.42	49.57	49.97	

*Aynı ortamda ortak harfi olmayan zaman arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($p < 0.05$)

**Aynı zamanda ortak harfi olmayan ortam ortalamaları arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($p < 0.05$)

İslam (2000), Çakıldak çeşidinin yağ oranının % 61.03, Ayfer ve ark., (1986) ise % 56.7-58.7 arasında değiştiğini bildirmiştir. Doğal ve makine ile kurutulan fındıkların bir yıl depolandığı başka bir araştırmada ise birinci yılda tüm kurutma ortamlarında depolama süresince yağ oranı arttığı bildirilmiştir (Kaya ve ark., 2005). Tombul, Palaz ve Kalinkara çeşitlerinde yapılan bir çalışmada ise 12 aylık depolama süresince yağ oranında artış tespit edilmiştir (Koyuncu ve ark., 2004, 2005). Benzer şekilde adi depo, soğuk hava deposu ve modifiye atmosfer şartlarında 12 ay depolanan fındıklarda, depolama süresince tüm ortamlarda yağ oranında artış tespit edildiği bildirilmiştir (Ghirardello ve ark., 2013). Ancak başka bir araştırmada ise depolama süresince sürekli olmamakla birlikte azalma olduğu bildirilmiştir (Koç Güler, 2015). Diğer bir araştırmada ise depolama süresince yağ oranında değişme olmadığı bildirilmiştir (Çakırmelikoğlu ve ark., 1993). Aynı çalışmada, depolama süresi iki yıla çıkarıldığında ise yağ oranında azalma yönünde bir eğilim olduğu bildirilmiştir. Depolama süresi boyunca fındıkta yağ içeriği nem değişimine bağlı olarak değişebilmektedir. Nem oranının azalması ile örnekteki kuru madde oranı artmakta ve buna bağlı olarak yağ oranı yükselmektedir. Ancak, çalışmada böyle bir değişim görülmemiş ve depolama süresince yağ oranı azalmıştır.

3.2. Protein

Çakıldak fındıkta depolama süresine bağlı olarak protein oranındaki değişim Çizelge 3'te verilmiştir. Protein değerinde depolama süresine bağlı olarak artış olmuş ve bu artış istatistik olarak önemli görülmüştür ($P<0.05$). Depolamanın başında ortalama protein değeri % 14.42'den % 17.22'ye yükselmiştir. Ortam ortalamaları arasında ise istatistiki farklılık belirlenmemiştir ($P<0.05$).

Çizelge 3. Protein oranı (%) için ortam*zaman interaksiyonuna göre tanıtıcı istatistik değerleri ve Tukey testi sonuçları

Zaman	Ortam			
	Beton	Çimen	Kurutma Makinesi	Ortalama*
0	15.54b-h	14.32e-h	13.41h	14.42e
3	14.47d-h	14.02fgh	16.67a-g	15.05de
6	14.90c-h	13.54h	13.68gh	14.04e
9	14.97c-h	14.77c-h	18.33ab	16.02cd
12	17.56a-d	17.74abc	17.32a-e	17.54ab
15	18.36ab	18.73a	19.10a	18.73a
18	16.95a-f	17.82abc	16.89a-f	17.22b
Ortalama	16.11	15.85	16.49	

Ortak harfi olmayan ortam x zaman interaksiyonu arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($p<0.05$)

*Aynı zamanda ortak harfi olmayan ortam ortalamaları arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($p<0.05$)

Ayfer ve ark., (1986), Çakıldak çeşidinin protein oranının % 17.72-18.75 arasında değiştiğini, İslam (2000) ise % 15.75 olduğunu bildirmiştir. Tombul, Palaz ve Çakıldak çeşitlerinde adi depolama şartlarında yürütülen bir diğer çalışmada ise protein oranında depolama zamanına bağlı olarak tek yönlü bir değişme olmadığı bildirilmiştir (Çakırmelikoğlu ve ark.,1993). Yine Ordu fındıklarında yürütülen bir çalışmada, 18 ay depolanması sonrasında protein oranında depolama süresince inişli çıkışlı değişimler olduğu görülmüştür (Koç Güler, 2015). Ancak protein değerinin başka bir çalışmada ise depolama süresince arttığı bildirilmiştir (Akar, 2016).

Özellikle depolama başlangıcında protein değerinin diğer zaman dilimlerinden düşük olduğu görülmüştür. Bu durum, örneklerin depoya alınmadan önce sahip oldukları nem

değerinden kaynaklanmaktadır (Çizelge 7). Nem değerinin düşmesi ile meyvedeki kuru madde miktarı artmaktadır. Bunun sonucunda meyvedeki azot miktarının artışına paralel olarak protein oranı da yükseltmektedir.

3.3. Serbest Yağ Asitliği (SYA)

Depolama süresince serbest yağ asitliği değeri % 0.09'dan % 0.48'e yükselmiş ve istatistik olarak farklı görülmüştür ($P<0.05$). Ortamlar arasında en düşük serbest yağ asitliği değeri ise %0.23 ile kurutma makinesinde kaydedilmiş ve ortamlar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($P<0.05$) (Çizelge 4).

12 ay depolanan naturel findıklarda serbest yağ asitliği değeri %0.14'den %0.85 değerine yükseldiği bildirilmiştir (Çetin ve ark., 2000). Aynı çalışmada oda sıcaklığında muhafaza edilen örneklerde kalite kaybının olmadığı ve raf ömrünün uzadığı bildirilmiştir. Başka bir çalışmada ise serbest yağ asitleri değerinin % 1'i geçmesi durumunda o ürünler bozulmuş kabul edildiği bildirilmiştir (Hadorn ve ark., 1977). Özdemir ve ark., (1998), ise serbest yağ asitliği değerinin % 0.7'den yüksek olmasının acılaşıma göstergesi olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4. Serbest yağ asitliği değeri (%) için ortam*zaman interaksyonuna göre tanıttıcı istatistik değerleri ve Tukey testi sonuçları

Zaman	Ortam				Ortalama*
	Beton	Çimen	Kurutma Makinesi		
0	0.12fgh	0.08gh	0.07h		0.09f
3	0.39b	0.22de	0.13fg		0.25d
6	0.29c	0.27cd	0.28c		0.28c
9	0.23cd	0.25cd	0.16ef		0.21e
12	0.24cd	0.21de	0.21de		0.22de
15	0.38b	0.47a	0.29c		0.38b
18	0.46a	0.51a	0.48a		0.48a
Ortalama**	0.30a	0.28b	0.23c		

Ortak harfi olmayan ortam x zaman interaksyonu arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($p<0.05$)

*Aynı zamanda ortak harfi olmayan ortam ortalamaları arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($p<0.05$)

**Aynı ortamda ortak harfi olmayan zaman ortalamaları arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($p<0.05$)

3.4. Peroksit Sayısı Tayini

Peroksit değeri depolama süresince 0.026 meqO₂/kg'dan 0.616 meqO₂/kg değerine ulaşmıştır (Çizelge 5). En yüksek değer depolamanın sonunda kaydedilmiş ve depolama zamanları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur (P<0.05).

Demirci Ercoşkun (2009), peroksit değerinin depolamanın başından itibaren ilk aylarda arttığını, bir zirve yaptıktan sonra düştüğünü ve genellikle 12. aya kadar devam ettiğini bildirmiştir. Ancak Karaosmanoğlu (2012), Tombul fındık çeşidinde peroksit değerinin adi depo şartlarında depolama başında 0.00 meqO₂ /kg yağ, 11. ayın sonunda 0.39 meqO₂ /kg yağ olduğunu ve dalgalanma olmadan sürekli arttığını bildirmiştir. Evren (2011), fındık ununda peroksit değerinin depolama süresince sürekli artış gösterdiğini ve 12 ay sonunda zirve değere ulaştığını bildirmiştir. Başka bir çalışmada da kontrolsüz şartlarda depolanan fındıklarda 12 ay boyunca peroksit değerinin arttığı bildirilmiştir (Ghirardello ve ark., 2013). Bu bulgular depolama süresince peroksit değerinin değişkenlik gösterdiği yönündedir.

Çizelge 5. Peroksit sayısı değeri (meqO₂/kg) için ortam*zaman interaksyonuna göre tanıtıcı istatistik değerleri ve Tukey testi sonuçları

Zaman	Ortam			
	Beton	Çimen	Kurutma Makinesi	Ortalama*
0	0.000e	0.000e	0.077de	0.026d
3	0.000e	0.000e	0.017e	0.006d
6	0.283bc	0.293bc	0.397b	0.324b
9	0.280bc	0.013e	0.000e	0.098c
12	0.000e	0.04e	0.217c	0.088c
15	0.033e	0.037e	0.073de	0.048cd
18	0.867a	0.190cd	0.790a	0.616a
Ortalama**	0.210a	0.083b	0.224a	

Ortak harfi olmayan ortam x zaman interaksyonları arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir (p<0.05)

*Aynı zamanda ortak harfi olmayan ortam ortalamaları arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir (p<0.05)

**Aynı ortamda ortak harfi olmayan zaman ortalamaları arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir (p<0.05)

3.5. Ransimat Değeri (Oksidatif Stabilite Tayini)

Çalışmada ransimat değerinde depolama süresince azalma kaydedilmiştir (Çizelge 6). Depolamanın başında 4.75 h olan ransimat değeri depolamanın sonunda 3.51 h'e düşmüştür. Ortamlar arasında en yüksek değer 4.97 h ile kurutma makinesinde kaydedilmiş ve diğer ortamlardan farklı görülmüştür ($P<0.05$).

Fındıklarda depolama süresince ransimat değerinde azalma olduğu bildirilmiştir (Demirci Ercoşkun, 2009). Yine iç cevizlerde depolama süresince ransimat değerinin azaldığı bildirilmiştir (Lopez ve ark.,1995). Diğer yandan farklı sıcaklıklarda kurutulan Tombul fındık çeşidinde kurutma sıcaklığının artışı ile ransimat değerinin azaldığı bildirilmiştir (Özdemir ve ark., 2002). Araştırma bulgularımız literatürle örtüşmektedir.

Çizelge 6. Ransimat değeri (h) için ortam*zaman interaksiyonuna göre tanıtıcı istatistik değerlerive Tukey testi sonuçları

Zaman	Ortam			
	Beton*	Çimen*	Kurutma Makinesi*	Ortalama
0	4.64cde	4.64cde	4.97abc	4.75
3	4.22f	4.32ef	4.72a-d	4.42
6	4.65cde	4.68b-e	4.85a-d	4.73
9	4.79a-d	4.58def	5.08a	4.81
12	4.83a-d	4.83a-d	5.04ab	4.90
15	3.79g	3.81g	4.65cde	4.08
18	3.39h	3.54gh	3.57gh	3.51
Ortalama**	4.32b	4.34b	4.70a	

*Aynı ortamda ortak harfi olmayan zaman arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($p<0.05$)

**Aynı ortamda ortak harfi olmayan zaman ortalamaları arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($p<0.05$)

3.6. Nem

Deponalanacak fındıklarda nem değerinin kabukta % 12 ve iç fındıkta % 7'nin altında olması gerekmektedir. Bu değerlerin üzerindeki nem oranları ürünün bozulmasını

hızlandırmakta ve raf ömrünü kısaltmaktadır. Depolama başında % 5.18 olan nem değeri depolama sonunda %3.43' kadar düşmüştür (Çizelge 7).

Olgun ve ark., (2000), doğal şartlarda kurutmanın iklim şartlarına bağlı olarak 3-10 gün arasında sürdüğünü, bu sürenin kabinet tipi kurutucuda ek kurutucu kullanma durumunda 28 saat, ek kurutucu kullanmadan 50 saat, dolap tipi kurutucularda bu sürenin 73-76 saat arasında sürdüğü bildirilmiştir. Diğer bir çalışmada oda sıcaklığında ve % 60-65 nemde muhafaza edilen fındıklarda 12 ay sonunda nem değerinin % 6'dan % 5.90'a düştüğü bildirilmiştir (Çetin ve ark., 2000). 4 °C ve % 55 nem değerinde kabuklu olarak depolanan fındıklarda ise nem değerinin 12 ay sonunda % 3.4' den % 4.95'e yükseldiği bildirilmiştir (Ghirardello ve ark., 2013).

Çizelge 7. Nem değeri (%) için ortam x zaman interaksiyonuna göre tanıtıcı istatistik değerleri ve Tukey testi sonuçları

Zaman	Ortam			
	Beton	Çimen	Kurutma Makinesi	Ortalama*
0	5.33d	4.91f	5.30d	5.18b
3	4.67g	4.08l	4.17k	4.30d
6	4.39ı	4.28j	4.32j	4.33d
9	5.34d	5.03e	5.03e	5.13c
12	6.71a	6.41c	6.61b	6.58a
15	4.09l	4.50h	4.01m	4.20e
18	3.56n	3.38o	3.34o	3.43f
Ortalama**	4.87a	4.66c	4.68b	

Ortak harfi olmayan ortam x zaman interaksiyonu arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir (p<0.05)

*Aynı zamanda ortak harfi olmayan ortam ortalamaları arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir (p<0.05)

**Aynı ortamda ortak harfi olmayan zaman ortalamaları arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir (p<0.05)

3.8. Su Aktivitesi Tayini (aw)

Su aktivitesi değeri, ürünlerin uzun süre bozulmadan muhafaza edilmesinde kullanılan önemli bir kriterdir. Çalışmada, depolama süresince su aktivitesi değeri azalma göstermiştir (Çizelge 8). Depolamanın başında 0.58 olan su aktivitesi değeri depolama sonunda 0.37'ye düşmüştür ve depolama zamanları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur (P<0.05).

Çizelge 8. Su aktivitesi değeri için ortam x zaman interaksiyonuna göre tanıtıcı istatistik değerleri ve Tukey testi sonuçları

Zaman	Ortam			
	Beton	Çimen	Kurutma Makinesi	Ortalama*
0	0.59d	0.56e	0.60cd	0.58c
3	0.57e	0.56e	0.56e	0.56d
6	0.51f	0.50fg	0.51f	0.51e
9	0.63b	0.62bc	0.62bc	0.62b
12	0.73a	0.72a	0.72a	0.72a
15	0.49g	0.51f	0.48g	0.49f
18	0.35ı	0.40h	0.35ı	0.37g
Ortalama	0.55	0.55	0.55	

Ortak harfi olmayan ortam x zaman interaksiyonu arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($p < 0.05$)

*Aynı zamanda ortak harfi olmayan ortam ortalamaları arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($p < 0.05$)

Ceylan ve ark. (2005), kurutma işlemi sırasında iç fındık nemi % 5'e düşürüldüğünde su aktivite değerinin 0.34 olduğu bildirilmiştir. Ayrıca bu değer in kavrulmuş fındıklarda ise 0.24 olduğu bildirilmiştir. Demirci Ercoşkun (2009), fındıkta su aktivite değerinin 0.50 değerinden 12 ay depolama sonrasında 0.54'e yükseldiğini bildirmiştir. Başka bir araştırmada ise su aktivite değerinin 0.83 üzerinde 2 günden fazla kalması durumunda aflatoksinin artacağı dolayısıyla su aktivite değerinin 0.7'nin altında tutulması gerektiği bildirilmiştir (Özay ve ark., 2005). Araştırmada veriler incelendiğinde ise su aktivite değerinin tamamının 0.83'ün altında olduğu görülmektedir.

4.9. Aflatoksin miktarı (ng/g)

Depolamanın başından itibaren hiçbir ortam ve çeşitte aflatoksin B₁ ve toplam aflatoksin tespit edilmemiştir. Özay ve ark. (2005), fındıklar hasat edildikten sonra su aktivitesinin 0.83 veya % 7 nem içeriğinin üzerinde 2 günden fazla kalması aflatoksin oluşum riskini

arttırdığı bildirilmiştir. Ayrıca çalışmada ana bulaşmanın bahçede olduğu ve depolamanın sonlarına doğru aflatoksin oluşturan fungus türlerinin azalma gösterdiği bildirilmiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kontrollü kurutma parametrelerinin kontrol ve tayini geleneksel kurutma ortamlarına oranla çok daha kolaydır. Türkiye'nin kalite açısından karşılaşmış olduğu sorunların başında kurutma gelmektedir. Uygun olmayan kurutma ortamları fındıkta depolama, kırma, ambalajlama aşamalarında sorun oluşturmakta ve raf ömrünü kısaltmaktadır.

Çakıldak fındık çeşidinde beton harman, çimen harman ve kurutma makinesinde kurutulan ve adi depo şartlarında 18 ay süre ile muhafaza edilen ürünlerde kalite özelliklerinin değişimi ve muhafaza edilebilirliği araştırılmıştır. Çalışmada, yağ oranında depolama süresince azalma tespit edilmiştir. Protein oranında ise depolama süresince kararlı bir değişim tespit edilmemiştir. Serbest yağ asitliği değeri depolama süresince artış göstermiştir.

Kurutma ortamları arasında en düşük serbest yağ asitliği değeri kurutma makinesinde tespit edilmiştir. Peroksit değeri depolama süresince zirve değere ulaştıktan sonra azalma eğilimi göstermiştir. Depolama süresince ransimat değeri azalmış ve en yüksek ransimat değeri kurutma makinesinde tespit edilmiştir. Nem ve su aktivitesi değeri depolama süresince azalmıştır. Depolama süresince aflatoksin B₁ vetoplam aflatoksin tespit edilmemiştir. Sonuç olarak, tüm veriler değerlendirildiğinde kurutma ortamları arasında değişkenlik sözkonusu olmakla beraber kurutma makinesinin olumlu etkilerinin olduğu söylenebilir.

6. KAYNAKLAR

- Akar, A., 2016. Tombul, Palaz ve Kalinkara Fındık Çeşitlerinde Elle ve Patozla Ayıklanmış Örneklerde Depolama Süresince Meydana Gelen Kalite Değişimleri. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Anonim, 1990a. Official Methods and Recommended Practices of The American Oil Chemist's Society 5th Ed., American Oil Chemist Society, USA.

- Anonim, 1990b. OilsandsFats. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 15th. Ed., p. 485-518. Washington DC,USA.
- Anonim, 2004. Operating Manuel Novasina. AW Sprint TH 500 Water Activity Analizers, Switzerland.
- Anonim, 2010. Yağlı Kuru Meyvelerde Aflatoksin Tayin Metotları. TSE, TS EN ISO 16050.
- Ayfer, M., Uzun, A., Baş, F., 1986. Türk Fındık Çeşitleri. Karadeniz Bölgesi Fındık İhracatçıları Birliği Yayınları, Ankara, 95s.
- Çakırmelikoğlu, C., Çalışkan, N., 1993. Bazı Fındık Çeşitlerinde Hasat Olum Kriterlerinin Belirlenmesi. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Fındık Araştırma Enstitüsü, Sonuç Raporu.
- Çetin, Ö., Nazlı, B., Bostan, K., Alperden, İ., 2000. Depolamanın Çiğ İç Fındığın Kalitesi Üzerine Etkileri. İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 26(2), 413-4169.
- Ceylan, İ., Aktaş, M., Doğan, H., 2005. Doğal Dolaşım, Dolaylı ve Farklı Güneş Enerjili Sistemlerinin Deneysel Karşılaştırılması. BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7(2):77-85.
- Demirci Ercoşkun, T., 2009. Bazı İşlenmiş Fındık Ürünlerinin Raf Ömrü Üzerine Araştırmalar. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.
- Evren, S., 2011. Naturel Fındık Ununun Depolama Stabilitesi. OMÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Samsun.
- Ghirardello, D., Contessa, C., Valentini, N., Zeppa, G., Rolle, R., Gerbi, V., Botta, R., 2013. Effect of Storage Condition on Chemical and Physical Characteristics of Hazelnut (*Corylusavellana L.*). Postharvest Biology and Technology, 81, 37-43.
- Hadorn, H., Keme, T., Kleinert, J., Zürcher, K., 1977. The Behaviour Under Different Storage Conditions. CCB, 2: 25-36.
- İslam, A., 2000. Ordu İli Merkez İlçede Yetiştirilen Fındık Çeşitlerinde Klon Seleksiyonu. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana.
- Karaosmanoğlu, H., 2012. Geleneksel Yöntemlere Göre Depolanan kabuklu Fındıkların Antioksidan Kapasitesindeki Değişim, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. SAMSUN.
- Koç, Güler, S., 2015. Gama Işını Uygulamalarının Natürel İç Fındıkta Depolama Kalitesine Etkileri. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Koyuncu, M.A., 2004. Change of Fat Content and Fatty Acid Composition of Turkish Hazelnuts (*Corylusavellana L.*) During Storage. Journal of Food Quality, 27: 304-309.
- Koyuncu, M.A., İslam, A., Küçük, M., 2005. Fat and Fatty Acid Composition of Hazelnut Kernels in Vacuum Packages During Storage. GrasasyAcetiesVol. 56(4):263-266.
- Köksal, A.İ., 2002. Türk Fındık Çeşitleri, Fındık Tanıtım Grubu Yayınları. Ankara.
- Lopez, A., Pique, M., T., Romero, A., Aleta, N., 1995. Influence of Cold-Storage Conditions on the Quality of Unshelled Walnuts. Int. J. Refrig. 18 (8): 544-549.
- Olgun, H., Rzayev, P., 2000. Fındığın Üç Farklı Sistemde Güneş Enerjisi İle Kurutulması. Tr J Engin EnvironSci, Tübitak, 24,1-14.
- Özdemir, M., Özay, G., ve Seyhan, F. G., 1998. Hasattan Ambalaja Fındık İşlemenin Kritik Kontrol Noktalarında Tehlike Analizi. Marmara Araştırma Merkezi. Gebze-Kocaeli.

- Özdemir, M., Yıldız, M., Gürcan, T.Ş., 2002. Effect of Artificial Trying Air Temperature on Stability of The Major Turkish Hazelnut Variety Tombul. *Gıda*, 27 (1): 35-39.
- Özay, G., Seyhan, F., Sena, S., Yılmaz, A., Pembeci, C., 2005. Fındıklarda Aflatoksin Oluşumuna Etki Eden Faktörlerin ve Önleyici Tedbirlerin Belirlenmesi. 5024143, Sonuç Raporu, Gebze/KOCAELİ.
- Venkatachalam, M., Sathe, S: K., 2006. Chemical Composition of Selected Edible Nut Seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 4705-4714.

Along-Channel Variation Of The Layer Flow Paths And Fluxes Of The Bosphorus Exchange Based On A Three-Dimensional Model

Adil SÖZER^{1,2*}, Emin ÖZSOY^{2,3}

^{1*}Fatsa Faculty of Marine Sciences, Ordu University, Ordu, Turkey

²Institute of Marine Sciences, Middle East Technical University, Mersin, Turkey

³Eurasia Institute of Earth Sciences, İstanbul, Turkey

Abstract

A three-dimensional numerical ocean model is used to investigate the along-channel variation of the layer flow paths and the layer flux ratios of the Bosphorus exchange. Steady-state realistic solutions utilizing the full topography are obtained under the uniform reservoir conditions for the mean annual net flow rate through the strait. The upper layer and lower layer flow paths based on a two-layer approximation maximizing the respective layers fluxes are found to be different in the northern part of the strait. Ratio of the layer fluxes based on a two-layer separation considering the velocity direction shows considerable variation through the strait without a decreasing or increasing trend in either direction. The results suggest that layer flux estimations utilizing the in-situ data and modeling tools and the expressions related need a delicate considerations.

Keywords: Bosphorus Strait; Modeling; Two-Layer Exchange

İstanbul Boğazi Alt Ve Üst Akımlarının Kanal Boyunca Değişiminin Ve İzledikleri Patikaların Sayısal Bir Model Yardımı İle Gösterimi

Özet

Bu çalışmada İstanbul Boğazi değişim akımlarının kanal boyunca izledikleri patikalar üç-boyutlu sayısal bir okyanus modeli uygulamasıyla incelenmiştir. Homojen rezervuar koşulları altında gerçekçi bir topografya kullanılarak boğazın yıllık ortalama net akım değeri için değişmez-durum çözümleri elde edilmiştir. İki tabakalı bir çözümleme ile alt ve üst akımların kanal boyunca izledikleri yollar gösterilmiştir ve tabaka akımlarının boğazın kuzeyinde farklı patikalara sahip oldukları belirlenmiştir. Alt ve üst akımlarının oranının kanal boyunca değiştiği ve bu değişimin herhangi bir yönde artma veya azalma eğilimine sahip olmadığı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar hem doğrudan gözlem veri setleri hem de model sonuçları kullanılarak elde edilen tabaka akımlarının hassas bir yöntemle değerlendirilmesi gerektiğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: İstanbul Boğazi; Modelleme; İki Tabakalı Değişim

*adilsozer@gmail.com

1. INTRODUCTION

The Turkish Straits System (TSS), located at the junction of the Asian and European continents, provides a restricted connection between the large inland basins of the Mediterranean and Black Seas. The Sea of Marmara connects the Aegean and Black Seas through the Dardanelles and Bosphorus Straits. The two-layer exchange through the TSS is a main driver of environmental changes in the adjacent Black and Mediterranean Seas. Because it is located in a region of climatic contrasts (Özsoy & Ünlüata 1997; Özsoy 1999), the TSS has a strong influence on the long term trends and stability of these basins. Being the most constricted part of the TSS, the Bosphorus strait plays the most crucial role in the exchange between the Black Sea (north) and the Mediterranean Sea (south). The Bosphorus is an elongated passage between the Black and Marmara Seas with a total length of $\sim 35\text{km}$. The width of the channel varies between 700m and 3500m at the surface with an average value of 1.3km with quite a distinctive aspect ratio in comparison to other straits of the world. The bathymetry of the strait is highly variable in both the cross-channel and along-channel directions with a maximum depth of $\sim 105\text{m}$ occurring at its narrowest section.

The transport through the Bosphorus is realized basically in the form of a two-layer exchange flow with the southward flowing less saline Black Sea waters at the surface and the northward flowing more saline and denser Mediterranean waters beneath it. The driving mechanism of this two-layer exchange is the gravity, producing a hydrostatic pressure difference between the two ends of the strait, favoring a subsurface dense flow towards the Black Sea and compensating less dense surface flow towards the Marmara Sea. The mean excess of fresh water inputs in the water budget of the Black Sea results in higher sea-level on the Black Sea side. Therefore, the direction of the net barotropic flow, based on the climatological balance, is towards the Marmara Sea and the Mediterranean in general.

The first scientific explanation of the existence of an undercurrent in the Bosphorus strait, which was all too well known by the local fisherman throughout history, was made by *Luigi Ferdinando Marsigli (1658-1730)*, who also made the first measurements and presented experimental verification of his discovery (Marsigli 1681). Marsigli's study is

the first remarkable contribution to oceanography in history and has been honored three centuries later in the modern age (Soffientino & Pilson 2005; Pinardi 2009).

The two-layer exchange stratification is roughly defined by a sharp pycnocline descending from the surface at the south-exit towards the bottom at the north sill through the strait and displays non-linear and abrupt changes corresponding to hydraulic adjustments occurring mainly at the three topographic or geometric features impacting the flow; the south-exit, the contraction region and the north sill (Özsoy et al 1998). Sharp adjustments observed in the salinity at the north-sill and at the contraction, and the consequent sudden and violent changes observed respectively towards north and south of these sections distinctively illustrate their effects on the flow, as observed by Latif et al (1991), Özsoy et al (2001), Gregg & Özsoy (2002).

The northern sill and the mid-strait contraction serve as the main topographic features responsible for supporting hydraulic controls, and their combined effects. The sill being located on the side of the less dense reservoir and the suitable reservoir conditions make the unique environment in which the Bosphorus is ideally suited to support the 'maximal-exchange' regime of Farmer & Armi (1986) suggesting that the Bosphorus flow can be fully identifiable by its geometry for a specified density difference and a net barotropic flow rate through the strait.

The schematic representation of the upper and lower layer volume fluxes across the compartments of the TSS are given by Ünlüata et al (1990) which is based on the measurements of 1986-1987 (Özsoy et al 1986; 1988) and estimated by the steady-state salt and mass conservation equations utilizing the average salinity values at the junctions of the TSS. The excess fresh water inflow into the Black Sea defined by the Precipitation (P)+River Runoff (R)–Evaporation (E) which is estimated as $300 + 352 - 353 = \sim 300 \text{ km}^3/\text{yr}$ is balanced by the net volume-flux through the Bosphorus into the Marmara Sea resulting in a two-layer exchange with upper and lower layer fluxes roughly and $600 \text{ km}^3/\text{yr}$ and $300 \text{ km}^3/\text{yr}$ respectively. Tuğrul et al (2002) followed the mass budget technique of Ünlüata et al (1990) but with an improved estimate of fresh water inflow based on the Danube runoff (almost 70% of the total runoff to the Black Sea) and utilizing also the CTD data for the period of 1990-2000 to provide the first time seasonal flux estimation for the Bosphorus which is quite consistent with the previous estimations of Ünlüata et al (1990). Peneva et al (2001) utilized the TOPEX/Poseidon altimeter data for

the period of 1993-1997 and the available $P+R-E$ data together with the long-term tide-gauge hydro-meteorological data series and showed that the main signal in the net volume-flux through the Bosphorus Strait is the seasonal one with maximum values in March and April and minimum in August.

The exchange through the Bosphorus is always a topic of interest where great effort has been spent for the direct estimation of the fluxes by ADCP transects or continuous records of velocity profiles (Özsoy et al 1996; 1998; Altıok et al 2010; Jarosz 2011). Variation of the net volume-flux through the strait responds to the seasonal and inter-annual changes of the $P+R-E$ and the stratification over the Black Sea, but the instantaneous net barotropic volume transport through the Bosphorus displays quite greater variability than the seasonal variations where direct estimations of the layer fluxes can be three times in magnitude compared to the long-term budget estimations. Apart from the seasonal response, this transient variability in the Bosphorus flow system is mainly provided by the meteorological events within the TSS region with time-scales ranging from a few hours to time scales of the passage of cyclonic systems with periods of 3 to 10 days (Ünlüata et al 1990; Büyükkay 1989; Gunnerson & Özturgut 1974).

Temporally scattered observation sets and the differences in the measurement methods certainly prevent us from solid conclusions on the variability of the layer fluxes; but certain aspects such as the seasonal variability of the layer fluxes, with greater variability in the upper layer and estimate for the annual net barotropic flow on the order of $300\text{km}^3/\text{yr}$ towards the Marmara Sea are well known. The lack of a multi-purpose real-time monitoring system at the Bosphorus Strait despite the recent efforts reported in Özsoy et al (2009) and Tutsak (2012) creates a serious deficit of critical information in this most important strategic location linking two marine environments.

Two-layer, one or two dimensional models solving either horizontally or vertically integrated hydrodynamic equations have been developed for the Bosphorus (Oğuz et al 1990; Ilıcak et al 2009) and Dardanelles (Oğuz & Sur 1989; Stashchuk & Hutter 2001) Straits. Three-dimensional models solving the full set of primitive equations have also been developed for the simplified hydrography and geometry of the Bosphorus Strait (Sözer & Özsoy 2002; Oğuz 2005). Some observed features, including the blocking and hydraulic transitions of the flow (Latif et al 1991), sharp changes of the free-surface at the

contraction (Gregg et al 1999; Gregg & Özsoy 2002) and the separation of the zero-velocity line with the pycnocline (Tolmazin 1985; Gregg & Özsoy 2002) have been demonstrated by some of the above models, however they are still far from being fully representative of the coupled dynamics of the TSS in an integrated way.

Following the increase in computational power, three-dimensional primitive equation high resolution numerical ocean models for stand-alone Bosphorus, Marmara Sea and for the whole TSS utilizing the full topography and the hydrography of the area of interest became accessible in recent years (Öztürk et al 2012; Chiggiato et al 2011; Sannino et al 2015). A recent PhD study focusing on the modeling of the Bosphorus flow dynamics in detail is performed by Sözer (2013) which is also the source for this article. Here, some of the results of this thesis regarding the along-channel variation of the layer flow paths and layer flux ratios of the Bosphorus flow based on a three-dimensional model are presented.

2. MATERIAL and METHODS

2.1 Numerical Model

The numerical investigation of the Bosphorus flow is performed with a well-known three-dimensional, free-surface, terrain-following primitive equation open source community model, ROMS (www.myroms.org), which is very popular in the scientific community with wide range of applications (Haidvogel et al 2000; Wilkin et al 2005; & Hedström 2009). The model solves the Reynolds averaged Navier-Stokes equations under the hydrostatic and Boussinesq approximations on orthogonal curvilinear/rectilinear coordinates with an Arakawa "C" grid arrangement (Arakawa & Lamb 1977) in the horizontal while utilizing a stretched topography following vertical coordinate system discretized with a staggered vertical stencil in the vertical direction. Together with the availability of boundary fitted curvilinear grids, land/sea masking of the horizontal grid points enables coastal applications with irregular coastlines.

2.2 Model Grid

Full topography is used for the construction of the model grid. Various data sources are utilized, but the main data source is the high resolution data of Gökaşan (2005). The model domain is discretized with a rectilinear variable resolution grid of 163*716 nodes with $dx=50-200m$ (cross-channel), $dy=50-325m$ (along-channel) and 35 s-levels with vertical spacing of 0.7–2.85m. With the aim of providing open boundaries at the two edges of the

model domain normal to the mean flow direction and to reduce the pre/post processing work, the model grid is aligned with the average along-channel direction of the strait. Further details of the model grid and the bathymetry can be found in Sözer (2013). The model grid and the bathymetry is demonstrated in Fig. 1.

2.2 Model Setup

Three simulations are performed starting from a lock-exchange (LE) initial by releasing two uniform water bodies meeting at the mid-section of the strait, with contrasting salinity and temperature values of $S=38.0$, $T=13.0^{\circ}\text{C}$ in the south and $S=17.6$, $T=4.0/14.0/24.1^{\circ}\text{C}$ in the north (run 1, run 2 and run 3 respectively), the latter representing seasonal variations of surface temperature in the Black Sea. These constant values roughly correspond to typical lower layer properties of the Marmara Sea at the south and the Black Sea surface properties at the north, while excluding the stratification in the Marmara Sea and the cold intermediate water (CIL) of the Black Sea resulting in uniform reservoir conditions.

The model is integrated from an LE initial condition (detailed above) for a total duration ~ 5.55 days which is started with a very small baroclinic time-step of 1.75s and then restarted after the first day with an increased time-step of 4.0s where a 20 times smaller barotropic time-step is set through the whole simulation. The Generic Length-Scale (GLS) turbulence closure, (Warner et al., 2005) with the $k-\varepsilon$ formulation is used in the vertical, while lateral diffusivity and viscosity are parameterized by the Smagorinsky-like formulation (Smagorinsky 1963) on constant geopotential surfaces. Orlanski (1976) radiation conditions are used at the north and south open boundaries for the 2d and 3d flow variables with an exception for the along-channel barotropic (south-north) velocity which is prescribed at the southern edge in order to impose the mean annual volume-flux ($300\text{km}^3/\text{yr} \approx 9460 \text{ m}^3/\text{s}$) estimated by Ünlüata et al (1990). No-slip boundary conditions are assumed at the side-walls and a quadratic bottom friction coefficient ($\text{RDRG2}=0.005$) is implemented at the bottom while all surface-fluxes are set to zero. The rotation of the earth is ignored since the internal Rossby Radius of Deformation is significantly larger than the strait width.

3. RESULTS and DISCUSSIONS

For the three simulations, the model is quite robust in terms of energy and volume-flux

conservation with achieved steady-state balances less than two days. Along-channel variation of the salinity through the thalweg (shown in Fig.1) for run 2 is demonstrated in Fig. 2, which is also quite similar for the two other simulations. The solutions are representative of many observed features of the Bosphorus flow such as the thin Marmara outflow, apparent transitions at the south-exit, contraction and the north sill followed by a hydraulic jump spreading into the Black Sea shelf, thickness of the interface, the gradual dilution of the layers, evolution of the free-surface through the strait and widely discussed in Sözer (2013); Sözer & Özsoy (2016).

3.1 Along-channel variation of the layer-fluxes

The upper (Q_U) and lower layer (Q_L) flux vectors are in the j -direction of the model grid and computed from the simple cross-channel (i -direction) integration of $\int v dx dz$ where v is the along-channel velocity used in the model (v -velocity). The upper and lower layer estimations are based on the constraints v -velocity <0 and v -velocity >0 , respectively.

Evolution of the upper and lower layer fluxes through the strait (Fig. 3) demonstrates that the variation of the layer fluxes through the strait for the three cases, run 1 to run 3, are perfectly similar in characteristic with quantitative differences in response to the change in the density of the Black-Sea. Layer flux estimations based on the velocity direction vary significantly through the strait. Even excluding the exit regions conservatively (from Üsküdar to Garipçe), $|Q_U|$ and Q_L estimations for run 1 vary between 18650m³/s and 22700m³/s; 9200m³/s and 13300m³/s respectively with $|Q_U|/Q_L$ values from 1.7 to 2.0 without a decreasing or an increasing trend in either direction.

3.1 Upper and lower layer flow paths

A three-layer decomposition (top, interfacial and bottom layers) is also performed by describing an interfacial-layer limited by the depths where 10% change occurs from the surface and the bottom values of salinity. The definition of an interfacial-layer based on the 10% change depths for each model grid point can be quite misleading whenever a fluid column at any grid point is not actually representing a three-layer structure with Black Sea water at the surface separated from the Marmara flow by an interfacial-layer. Therefore the definition of the interfacial-layer is performed by first finding the minimum surface and maximum bottom salinities at each i -section of the model grid and then these values are used for the three-layer decomposition for the respective whole cross-section, this method is found to be quite successful not only in the strait but also in the reservoir sides.

Upper and lower layer flow paths are constructed for a modified two-layer approximation. This method is based on a computation starting from the usual thalweg and iteratively reaching a flow path maximizing the layer volume-fluxes at each cross-section through the strait for the northward and southward flows separately.

The upper and lower layer flow paths for the simulation run 1 are demonstrated in Fig. 4 together with the total spread width of the top and the bottom layers based on the three-layer decomposition. We see that the upper and lower layer flow paths are in agreement within the southern part of the strait. However, the flow paths are clearly different from İstinye to north-exit, since the northward flowing lower layer is confined within the deep inner-channel whereas the upper layer is confined by the channel width. The difference is quite distinctive within the bend regions through which the more free southward flow selects a shorter path. Upper and lower layer flow paths are bounded with the horizontal limits of the top and the bottom layers respectively, but not always perfectly centered and can be skewed to one side as in the case of lower layer at Beykoz and surface outflow at the Marmara junction.

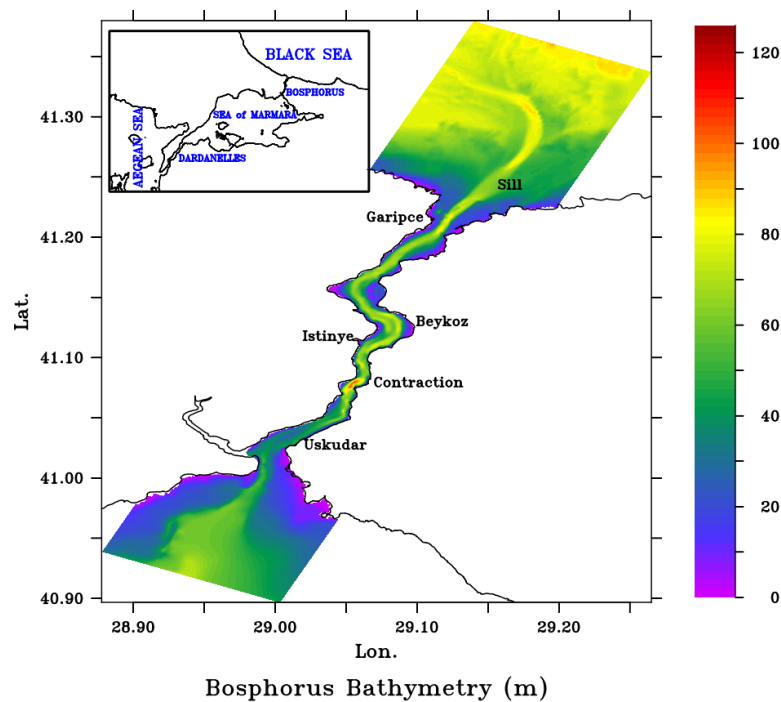


Figure 1. Map of the Turkish Straits System and the raw bathymetry of the Bosphorus Strait demonstrated on the model grid used in the simulations.

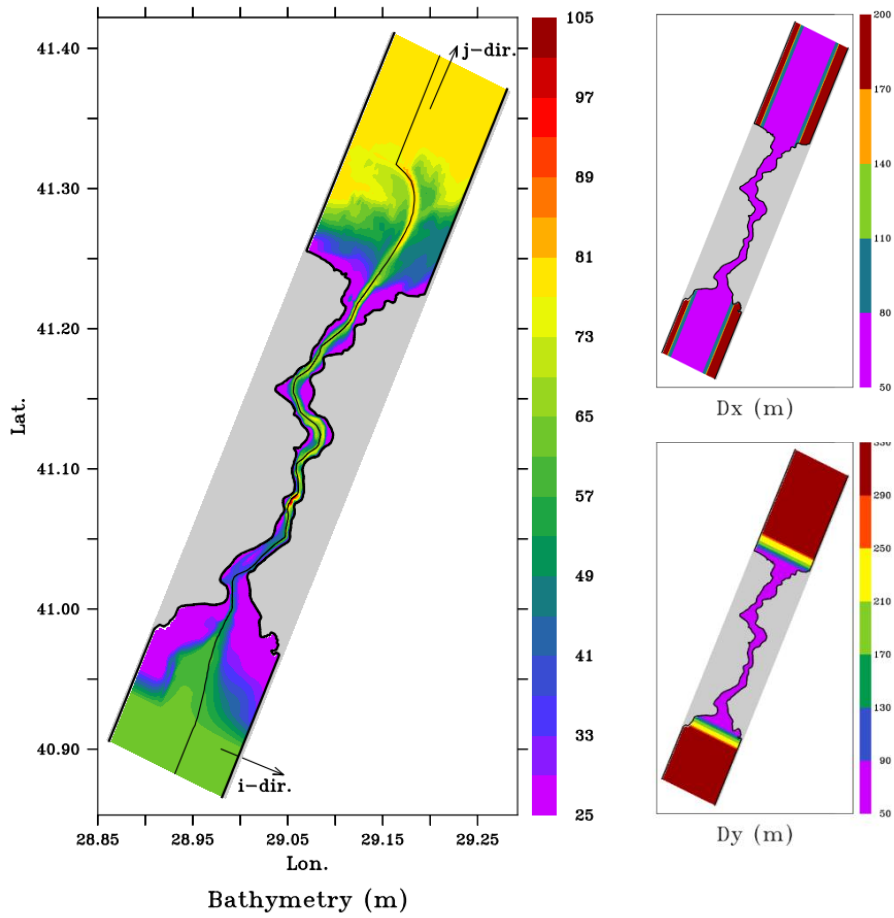


Figure 2. Layout and the bathymetry of the model grid and the position of thalweg points following the deepest path of the strait. Orientation of the rectilinear grid is aligned with the Bosphorus Strait with j-axis of the model pointing towards the northeast direction

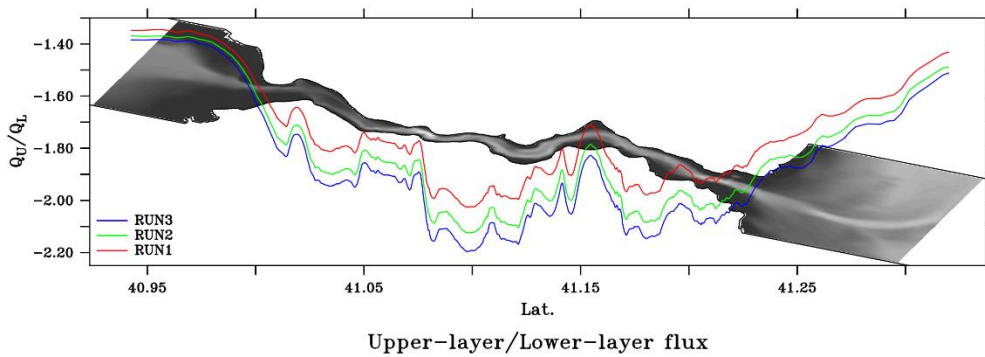


Figure 3. Variation of the ratio of the modeled steady-state layer fluxes ($|Q_U|/|Q_L|$) through the strait for the cases run 1, run 2 and run 3. The bathymetry of the strait is demonstrated in the background.

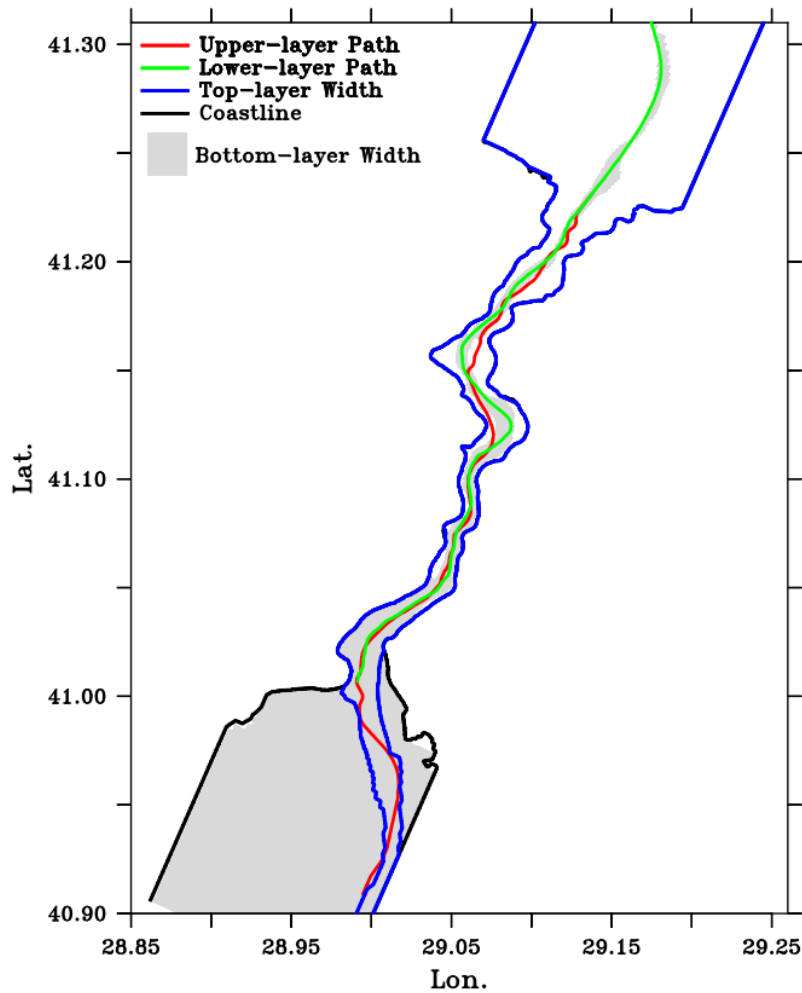


Figure 4. Combined demonstration of the layer paths and widths. Gray shaded area and the region bounded by the blue boundary demonstrates the spread area of the bottom and top layers based on the salinity based three-layer decomposition, respectively. The paths of the upper and lower layers based on the mean flow direction are shown with colored lines.

4. CONCLUSIONS

Being the narrowest part of the TSS, the Bosphorus is a natural observation point to monitor the exchange between the Black Sea and the Mediterranean Sea. There are many scientific studies focusing on the estimations of the layer fluxes through the strait. In addition to the practical difficulties involved in direct measurements of the Bosphorus currents, this study demonstrates that layer flux estimations using a two-layer velocity

based layer separation may be misleading due to the recirculated water masses from the opposing layers through the strait. Along-channel variability of the two-layer velocity based layer fluxes should be considered in the evaluation of the layer flux estimations from the concurrent observations at different locations of the strait and also in the comparison of the different data sets.

Another point is the significant difference between the upper and layer flow paths in the northern part of the strait and the deviation of the upper layer flow path from the strait thalweg which complicates the process of extracting an along-channel velocity component from the velocity data. Moreover, the use of a fixed thalweg line for rotating the velocity vector which is the usual way in the literature becomes questionable.

Since, it is often not possible to stream velocity data covering full cross-sections of the strait, simple interpolation and extrapolation of the velocity data for the flux estimations are used to fill the gaps in data. However, even a first order approximation based on a three-dimensional numerical model presented in this paper suggests that the use of model solutions to estimate the layer fluxes would probably be an important element of progress.

REFERENCES

- Altıok H, Sur Hİ & Yüce H (2012). Variation of the cold intermediate water in the Black Sea exit of the Strait of İstanbul (Bosphorus) and its transfer through the strait. *Oceanologia* **54**(2): 233
- Arakawa A & Lamb VR (1977). Methods of computational physics. *New York: Academic Press* **17**: 173-265
- Büyükay M (1989). The surface and internal oscillations in the Bosphorus, related to meteorological forces. M. Sc. Thesis, Institute of Marine Sciences, Middle East Technical University, Erdemli, İçel, Turkey, 169s.
- Chiggiato J, Jarosz E, Book JW, Dykes J, Torrisi L, Poulain PM, Gerin R, Horstmann J & Beşiktepe Ş (2011). Dynamics of the circulation in the Sea of Marmara: numerical modeling experiments and observations from the Turkish straits system experiment. *Ocean Dynamics* **62** (1): 139-159
- Farmer DM & Armi L (1986). Maximal two-layer exchange over a sill and through the combination of a sill and contraction with barotropic flow. *Journal of Fluid Mechanics* **164**:53-76.
- Göktaşan E, Tur H, Ecevitoglu B, Görüm T, Türker A, Tok B, Çağlak F, Birkan H & Şimşek M (2005). Evidence and implications of massive erosion along the Strait of İstanbul (Bosphorus), *Geo-Marine Letters* **25**: 324-342
- Gregg MC & Özsoy E (1999). Mixing on the Black Sea shelf north of the Bosphorus. *Geophysical Research Letters*, **26**(13): 1869-1872
- Gregg M C, & Özsoy E (2002). Flow, water mass changes, and hydraulics in the Bosphorus. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, **107**(C3).

- Gregg MC, Özsoy E & Latif MA (1999). Quasi-steady exchange flow in the Bosphorus, *Geophysical Research Letters* **26**: 83–86.
- Gunnerson CG & Özturgut E (1974). The Bosphorus. In: The Black Sea-Geology, Chemistry, and Biology (eds. Degens, ET and Ross, DA). *American Association of Petroleum Mem.*, **20**: 99-115
- Haidvogel DB, Arango HG, Hedström K, Beckmann A, Malanotte-Rizzoli P & Shchepetkin AF (2000). Model evaluation experiments in the North Atlantic Basin: simulations in nonlinear terrain-following coordinates. *Dynamics of Atmospheres and Oceans*, **32**(3): 239-281
- Hedström KS (2009). DRAFT Technical Manual for a Coupled Sea-Ice. *Ocean Circulation Model (Version 3)*, US Department of the Interior, Mineral Management Service, Anchorage, Alaska, Arctic Region Supercomputing Center, University of Alaska Fairbanks, Contract M07PC13368.
- Ilıcak M, Özgökmen TM, Özsoy E & Fischer PF (2009). Non-hydrostatic modeling of exchange flows across complex geometries. *Ocean Modeling*, **29**(3): 159-175
- Jarosz E, Teague WJ, Book JW & Beşiktepe Ş (2011). Observed volume fluxes in the Bosphorus Strait. *Geophysical Research Letters*, **38**(21)
- Latif MA., Özsoy E, Oğuz T & Ünlüata Ü (1991). Observations of the Mediterranean inflow into the Black Sea. *Deep Sea Research Part A. Oceanographic Research Papers*, **38**: 711-723
- Latif MA, Özsoy E, Oğuz T & Ünlüata Ü (1991). Observations of the Mediterranean inflow into the Black Sea. *Deep Sea Research Part A. Oceanographic Research Papers*, **38**: 711-723
- Marsigli LF (1681). Osservazioni intorno al Bosforo Tracio overo Canale di Constantinopoli rappresentate in lettera all sacra real maesta di Cristina Regina di Svezia, Roma, 108p
- Oğuz T (2005). Hydraulic adjustments of the Bosphorus exchange flow. *Geophysical research letters*, **32**(6)
- Oğuz T & Sur Hİ (1989). A 2-layer model of water exchange through the Dardanelles strait. *Oceanologica Acta*, **12**(1): 23-31
- Oğuz T, Özsoy E, Latif MA, Sur Hİ & Ünlüata Ü (1990). Modeling of hydraulically controlled exchange flow in the Bosphorus Strait. *Journal of Physical Oceanography*, **20**(7): 945-965
- Orlanski I (1976). A simple boundary condition for unbounded hyperbolic flows. *Journal of computational physics*, **21**(3): 251-269
- Özsoy E (1999). Sensitivity to global change in temperate Euro-Asian seas (the Mediterranean, Black Sea and Caspian Sea): a review. In *The Eastern Mediterranean as a Laboratory Basin for the Assessment of Contrasting Ecosystems* (pp. 281-300). Springer Netherlands.
- Özsoy E & Ünlüata Ü (1997). Oceanography of the Black Sea: a review of some recent results. *Earth-Science Reviews*, **42**(4): 231-272
- Özsoy E, Di Iorio D, Gregg MC & Backhaus JO (2001). Mixing in the Bosphorus Strait and the Black Sea continental shelf: observations and a model of the dense water outflow. *Journal of marine systems*, **31**(1): 99-135
- Özsoy E, Latif MA, Beşiktepe S, Çetin N, Gregg MC, Belokopytov Goryachkin Y & Diaconu V (1998). The Bosphorus Strait: Exchange Fluxes, Currents and Sea-Level Changes. *NATO Science Series 2 Environmental Security*, **47**(2): 1-28

- Özsoy E, Latif MA, Sur Hİ & Goryachkin Y (1996). A review of the exchange flow regime and mixing in the Bosphorus strait. *Bulletin-Institut Oceanographique Monaco-Numero Special*, 187-204
- Özsoy E, Oğuz T, Latif MA & Ünlüata Ü (1986). Oceanography of the Turkish Straits - First Annual Report, Volume I, Physical Oceanography of the Turkish Straits, Institute of Marine Sciences, METU, Erdemli, İçel, Turkey, 223pp
- Özsoy E, Oğuz T, Latif M.A, Ünlüata Ü, Sur Hİ & Beşiktepe Ş (1988). Oceanography of the Turkish Straits - Second Annual Report, Volume I. Physical Oceanography of the Turkish Straits, Institute of Marine Sciences, METU, Erdemli, İçel
- Özsoy E, Sözer A, Gündüz M, Yücel A, Yağcı B, Mert I, Yıldız H, Simav M & Elge M (2009). Meteorology and Oceanography Network of Excellence (MOMA) Observation and Forecast Systems, USMOS 09, National Defense Applications Modeling and Simulation Conference, Ankara, 17-18 June 2009, 27pp. (in Turkish)
- Öztürk M, Ayat B, Aydoğan B & Yüksel Y (2012). 3D Numerical Modeling of Stratified Flows: Case Study of the Bosphorus Strait. *Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering*, **138**(5): 406-419
- Peneva E, Stanev E, Belokopytov V & Le Traon PY (2001). Water transport in the Bosphorus Straits estimated from hydro-meteorological and altimeter data: seasonal to decadal variability. *Journal of Marine Systems*, 31(1): 21-33.
- Pinardi N (2009). Misurare il mare: Luigi Ferdinando Marsili nell'Egeo e nel Bosforo, *Bononia University Press*, 1679-1680
- Sannino G, Sözer A & Özsoy E (2015). Recent advancements on modeling the exchange flow dynamics through the Turkish Straits System. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, **21**:110-116
- Smagorinsky J (1963). General circulation experiments with the primitive equations: I. the basic experiment. *Monthly weather review*, **91**(3): 99-164
- Soffientino B & Pilson MEQ (2005). The Bosphorus Strait. A Special Place in the History of Oceanography. *Oceanography*, **18**(2): 16-23
- Sözer A (2013). *Numerical modeling of the bosphorus exchange flow dynamics* (Doctoral dissertation, Ph. D. thesis, Institute of Marine Sciences, Middle East Technical University, Erdemli, Mersin, Turkey)
- Sözer A & Özsoy E (2002). A three-dimensional model of Bosphorus Strait dynamics. In *The 2nd Meeting on the Physical Oceanography of Sea Straits, Villefranche, 15th* (pp. 207-210)
- Sözer A & Özsoy E (2016). Modeling of the Bosphorus Exchange Flow Dynamics (submitted for publication in Ocean Dynamics).
- Stashchuk N & Hutter K (2001). Modeling of water exchange through the Strait of the Dardanelles. *Continental Shelf Research*, **21**(13): 1361-1382
- Tolmazin D (1985). Changing coastal oceanography of the Black Sea II: Mediterranean effluent. *Progress in oceanography*, 15(4): 277-316
- Tuğrul S, Beşiktepe T & Salihoğlu I (2002). Nutrient exchange fluxes between the Aegean and Black Seas through the Marmara Sea. *Mediterranean Marine Science*, **3**(1): 33-42
- Tutsak E (2012). Analyses of marine and Atmospheric Observations along the Turkish Coast. Institute of Marine Sciences, Middle East Technical University, Erdemli, Mersin, Turkey, M.Sc. thesis, 125 pp
- Ünlüata Ü, Oğuz T, Latif MA & Özsoy E (1990). On the physical oceanography of the

Turkish Straits. In *The physical oceanography of sea straits* (pp. 25-60). Springer Netherlands

Warner JC, Sherwood CR, Arango HG & Signell RP (2005). Performance of four turbulence closure models implemented using a generic length scale method. *Ocean Modeling*, **8**(1): 81-113

Wilkin JL, Arango HG, Haidvogel DB, Lichtenwalner C, Glenn SM & Hedström KS (2005). A regional ocean modeling system for the Long-term Ecosystem Observatory. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 110(C6).

Serbest Şekilli Yüzeylerin Frezelenmesinde İşleme Parametrelerinin Form Hatası Üzerine Etkilerinin Araştırılması

Burak ÖZDEMİR¹, Mehmet Sami GÜLER², Erkan BAHÇE^{3*}, Sefa AKTAŞ³

¹ İnönü Üniversitesi, Hekimhan MYO Malatya/TURKİYE

² Ordu Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO ORDU/TÜRKİYE

^{3*} İnönü Üniversitesi, Makine Mühendisliği Malatya/TURKİYE

Özet

Bu çalışmanın amacı serbest şekilli yüzeyin işlenmesinde farklı ilerleme ve devir sayılarının boyutsal form hataları üzerindeki etkilerini değerlendirmektir. Bunun için 3 eksenli CNC dik işleme merkezinde radyuslu çakı kullanarak, özellikle medikal ve kalıpcılık sektöründe kullanılan Al6082 alaşımından serbest şekilli yüzeylerin imalatı gerçekleştirildi. Deneysel sonuçlarda işleme parametrelerinin form hatası üzerinde açıkça etkisinin olduğu aynı zamanda işleme parametrelerinin doğru seçilmesi ile form hatalarının azalması açısından önemlidir. Ayrıca talaş kaldırma yönteminin de form hatası üzerinde etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Serbest Şekilli Yüzeyler; Form hatası; CAD/CAM

Investigation Of Machining Parameters Effects On Form Errors In The Milling Of Free Form Surfaces

Abstract

The aim of this study is to evaluate dimensional machining errors depending on different spindle speed and feed during free-form surface machining using experimental works. For this purpose, the machining of Al6082 alloy, which is used in the production of free-form surfaces for the die-sinking and medical sector in particular, was machined using a ball-end mill in a 3-axis CNC machine. The results obtained from these experiments clearly indicate the influence of machining parameters on form errors, as well as the importance of the appropriate machining parameters for reducing the form errors. In addition, It was also noted that cutting mode is one of the important factors that govern the machining error at a point.

Keywords: Free form surfaces; Form error; CAD/CAM

*erkan.bahce@inonu.edu.tr

1.GİRİŞ

Parametrik eğriler ile oluşturulan serbest şekil yüzeyli parçalar aerodinamik, akışkanlar gibi sebeplerden dolayı kalıpcılık, otomobil ve medikal gibi alanlarda kullanımı giderek artmaktadır (Feng & Li 2002). Bununla beraber serbest şekilli yüzeylerin şekli ve geometrisi, hem estetik hem de fonksiyonel tasarımdan dolayı giderek karmaşık hale gelmekte ve geometrinin karmaşıklığına bağlı olarak da üretim hassasiyetini de giderek artırmaktadır.

Serbest şekilli yüzeylerin imalatında klasik CNC tezgâhları sadece lineer ve dairesel enterpolasyon sağlamaktadır. CAM sistemler kullanılarak CNC tezgâhlarında serbest şekilli yüzeyler verilen toleranslar altında kontur geometriye yaklaşmak için birçok doğru ve daire yaratma zorunluluğu vardır. Fakat parça hassasiyeti artırıldıkça aşağıdaki sorunlarla karşılaşmaktadır.

- Çizgi ve daireden oluşan değerlerin kısalmasına neden olmakta, buda CNC tezgâhına dönüşümü sağlayan NC kodların sayısının artmasına neden olmaktadır.

- CNC tezgahlarda yüksek hızlı işlemede data iletiminde transfer edilen data miktarını yakalayamamakta.

- Birbirine bağlı iki çizginin birleşme noktasında süreksizlik ve ilerlemede hatalar oluşturmakta.

- Yüksek hızda işlemede meydana gelen ani hareketler ve ani hızlanmalar titreşime sebep olmakta ve işleme kalitesi düşmektedir (Lasemi et al 2010).

Genel olarak serbest şekilli yüzeylerin üretilmesinde yüzey son şeklini almadan önce kaba, yarı kaba ve hassas işleme olmak üzere üç aşamada işleme yöntemi uygulanmaktadır. Kaba işlemede düz uçlu freze çakısı kullanılırken, yarı kaba ve hassas işlemede ise radyuslu çakılar kullanılmaktadır (Desai & Rao 2008).

Talaşlı imalatta bilimsel bilgiye dayalı olarak işleme yöntemlerinin optimizasyonu ile yüksek verimlilik elde edilmeye çalışılması ve serbest şekilli yüzeylerin geometrilerinin karmaşık olmasından dolayı bu yüzeylerin üretimi gün geçtikçe önem kazanan bir kavram haline gelmektedir. Serbest şekilli yüzeyler üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde Haldar (Haldar 2008), Matlab programından yararlanarak kübik bezier yüzeyin üretim tekniğini ve

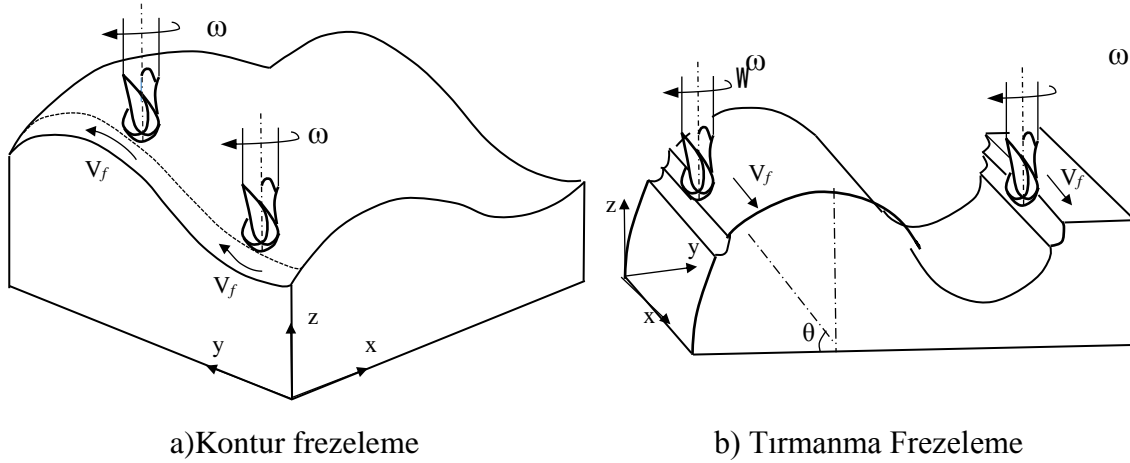
modellenmesini araştırmıştır. Yapmış olduğu çalışmada matlab programını kullanarak bir yüzey oluşturmuş ve bu yüzeyin işlenmesi için yine matlab programından yararlanarak takım yolu algoritması geliştirmiştir. Geliştirmiş oldukları yöntem ile işleme uzunluklarını hesaplamışlardır. Ersoyoğlu & Ünüvar (2008)'a göre serbest şekilli yüzeylerin hassas ve düşük maliyetle üretilmesini sağlamak amacıyla, belirli takım yolu şablonlarından uygun olanını ve gerekli takımları seçebilen bir takım yolu oluşturma sistemi geliştirmişlerdir. Chambers & Rockwood (1996), Bilgisayar Destekli Geometrik modelleme yöntemlerini, eğri ve yüzey oluşturmak için matematiksel ifadeleri ve bunların uygulanması için gerekli algoritmaları vermişlerdir. Yapmış oldukları bu çalışmada Bezier, B-spline eğrileri ve yüzeyleri CADG (Computer Aided Geometrik Dizayn) ile incelemişlerdir. Can & Ünüvar (2010), B-Spline eğriler ile oluşturdukları yüzeyleri 5 eksenli CNC freze tezgâhlarda işlemesini incelemişlerdir. Yüzey eğriliği ve kesici takımın radiusu arasına algoritma oluşturarak yüzeylerin eşit pasoda takım yolu ile işleme verimliliğini artırmayı amaçlamışlardır. Choi (2004), serbest şekilli yüzeylerin işlenmesinde istenilen toleransın elde edilmesini ve takım yolunu araştırmıştır. İstenilen toleransa göre serbest şekilli yüzeyin üretilmesi için gerekli olan takım yolunu üreten algoritma geliştirmişleridir. Kurt et al (2012), grey relational yönteminden yararlanarak serbest şekilli yüzeylerin frezelenmesinde işleme parametrelerinin ve takım yollarının form hatasına ve yüzey pürüzlülüğüne etkilerini araştırmışlardır. Erdim et al (2006), serbest şekilli yüzeylerin parmak frezeleme ile işlenmesinde hem talaş kaldırma hacmi hem de ilerlemeye göre işleme kalitesini deneysel ve teorik olarak incelemişlerdir.

İmalat sanayisinde ürün kalitesi ve verimi rekabetçi ortamda oldukça önemli olduğundan rekabette daha kısa sürede daha az maliyetle, belirtilen sınırlar içerisinde parçanın imal edilmesi gerekmektedir. Serbest şekilli yüzeylerin de kalitesi ve imalat süresi sanayide rekabetin gereklerindedir. Ürünün belirtilen tolerans içerisinde üretimini gerçekleştirmek, maliyet ve zamanı azaltmak serbest şekilli yüzeylerin imalat endüstrisinde karşılaşılan sorunlardandır. Bu da işleme sürecinin uygun optimizasyonu ile yüksek kalitede ve uygun maliyette üretimi sağlamaktadır. Klasik işleme yöntemler düşük maliyetlerle üretimi sağlamayı amaçlamaktadır. Ancak serbest şekilli yüzeylerin imalatında her zaman bunu sağlayamamaktadır. Bu nedenle bu yüzeylerin imalatında optimize edilmiş işleme yöntemleri

geliştirmek oldukça önemlidir. Yapılan bu çalışmada işleme parametrelerinden devir sayısı ve ilerlemenin yüzey form hatalarına etkileri araştırılmıştır.

2. SERBEST ŞEKİLLİ YÜZEYLERİN İŞLENMESİ

Serbest şekilli yüzeylerin finish frezelemesinde eğrilikler dikkate alındığında yüzeyler konveks ve konkav yüzeylerden meydana gelmektedir. Bu yüzeylerde Şekil 1-a'da görüldüğü gibi kontur ve Şekil 1-b'de görüldüğü gibi tırmanma frezeleme hareketleri ile talaş kaldırma işlemi gerçekleştirilmektedir.



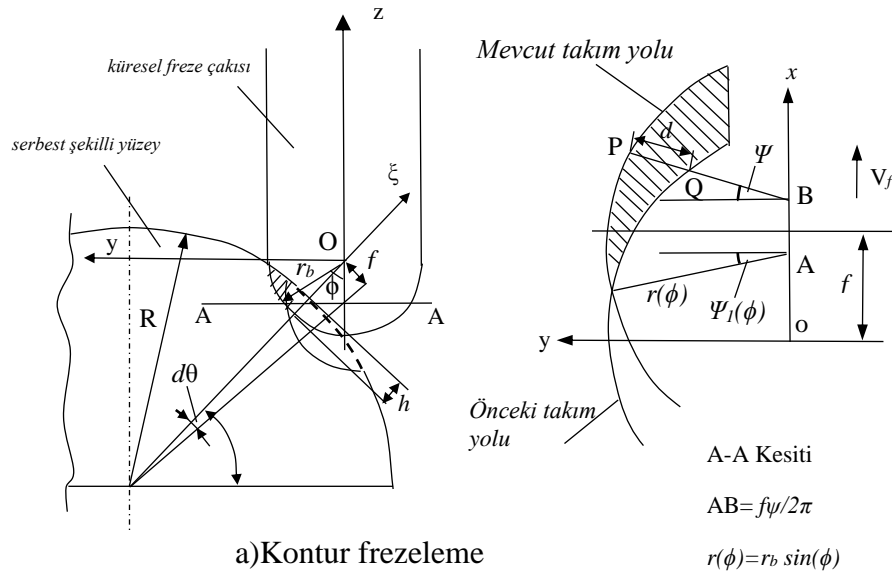
Şekil 1. Serbest Şekilli Yüzeylerin İşlenme Yöntemleri

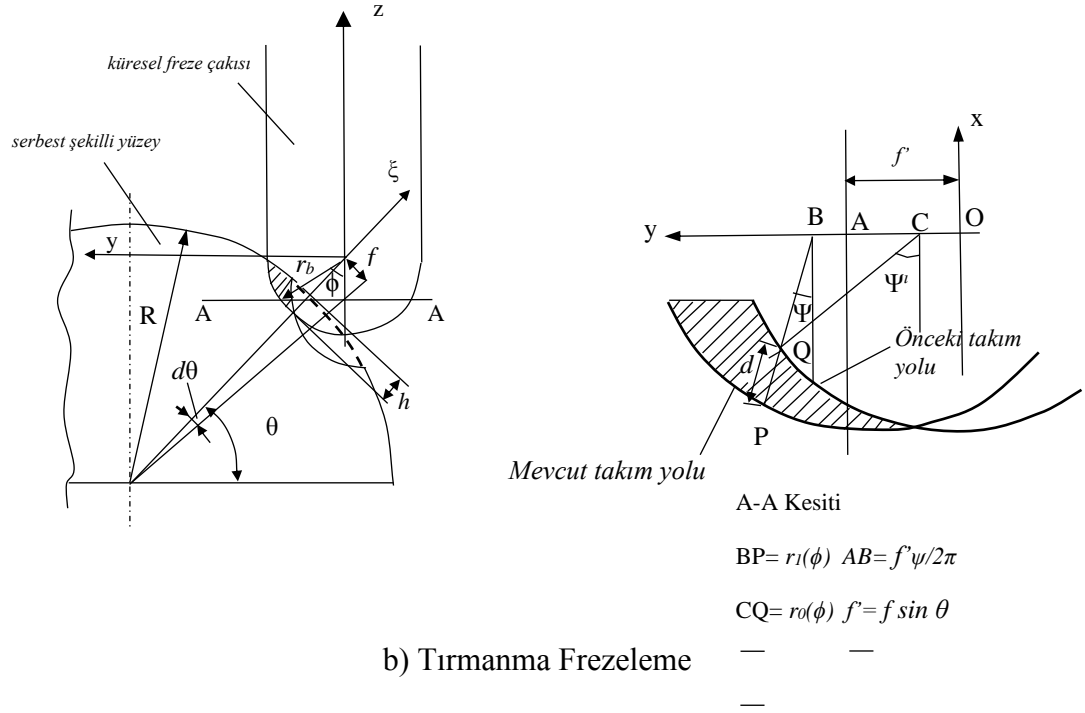
Kontur işlemede takım konveks-konkav eğriliği takip etmekte, tırmanma frezeleme de ise takım iş parçasının eğrilik eksenine paralel hareket etmektedir. Şekilde görülen θ , frezeleme noktasının açısını, ω açısal hızı, V_f ise ilerleme hızını ifade etmektedir. Kontur frezelemede küresel takımın eğriliği yüzeyin eğriliği uyumlu olup, belirtilen referansa göre eş yönlü veya zıt yönlü olarak hareket etmektedir. Tırmanma frezeleme de, takım pozitif x eksenini yönünde ve zıt yönlü ilerleme var ise “sağa zıt ilerleme”, x eksenini negatif yönünde ise “sola zıt frezeleme” olarak adlandırılmaktadır. Takım ilerlemesi z eksenini boyunca ve pozitif yönde ise “yukarı doğru kesim”, z eksenini negatif yönünde ise “aşağı doğru kesim” olarak adlandırılmaktadır (Ikua 2001). Buna göre Şekil 1. A da yukarı zıt yönlü-yukarı doğru işleme, Şekil B de ise sola zıt yönlü-yukarı doğru frezeleme yapılmaktadır.

Talaş geometrisi işleme hatasını ve anlık kesme kuvvetlerinin hesaplanmasında oldukça önemlidir. Takımın kontur frezeleme ve tırmanma frezelemede Şekil 2’de talaş kaldırma modelleri görülmektedir. Bu modellerde O, küresel çakının radyus merkezi; R iş parçasının eğrilik yarıçapını, h kesme derinliğini, f ilerleme hızını, r_b kesici takımın yarıçapını, ifade etmektedir. Kontur işleme de, kesme kenarı üzerinde bir P noktası trochoidal takım yolunu izler ve buda aşağıdaki tanımlanan parametrik denklemler ile tanımlanır;

$$\left. \begin{aligned} x_p &= \frac{(\psi + 2\pi n)n_t f}{2\pi} + r(\phi)\sin(\psi + 2\pi n) \\ y_p &= r(\phi)\cos(\psi + 2\pi n) \\ n &= 1,2,3, \dots \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

n , devir sayısını, $r(\phi)$, kesici ağız üzerinde bir noktanın izlediği yayın yarıçapı, ψ ve ϕ sırasıyla bulunan noktadaki dönüş açısını ve konum açısını temsil etmektedir (Ikua at al 2001).





b) Tırmanma Frezeleme

Şekil 2. Serbest Şekilli Yüzeylerin Talaş Kaldırma Yöntemleri

Şekil 2'de görüldüğü üzere bir takım üzerindeki ardışık iki kesme kenarın oluşturduğu talaş geometrisi denklemini;

$$\frac{f}{2\pi} \left\{ -(2\pi + \psi) + \cos^{-1} \left[\frac{(r(\phi) - d) \cos \psi}{r(\phi)} \right] \right\} + (r(\phi) - d) \sin \psi - \sqrt{r(\phi) - ((r(\phi) - d)^2 \cos^2 \psi)} = 0 \quad (2)$$

Buradan, yatay yöndeki talaş kalınlığı d hesaplanabilir.

Tırmanma frezelemede kesme kenarı üzerinde bir noktanın izlediği yol aşağıdaki denklemlerden elde edilebilir;

$$\left. \begin{aligned} x_p &= -r(\phi)\cos(\psi + 2\pi n) \\ y_p &= r(\phi)\sin(\psi + 2\pi n) + \sum_n n_t f \sin(\theta + nd\theta) \\ z_p &= r_b \cos \phi + \sum_n n_t f \cos(\theta + nd\theta) \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Tekrar, ardışık iki kesme ağzının oluşturduğu talaş geometrisini yukarıdakine benzer şekilde elde edebiliriz.

$$\begin{aligned} & \frac{f}{2\pi} \{ \psi \sin \theta + 2\pi \sin(\theta - d\theta) - \sin(\theta - d\theta) \\ & \times \cos^{-1} \left[\frac{(r_1(\phi) - d) \cos \psi}{r_0(\phi)} \right] \} + (r_1(\phi) - d) \sin \psi - \sqrt{r_0(\phi) - (r_1(\phi))^2 \cos^2 \psi} = 0 \end{aligned} \quad (4)$$

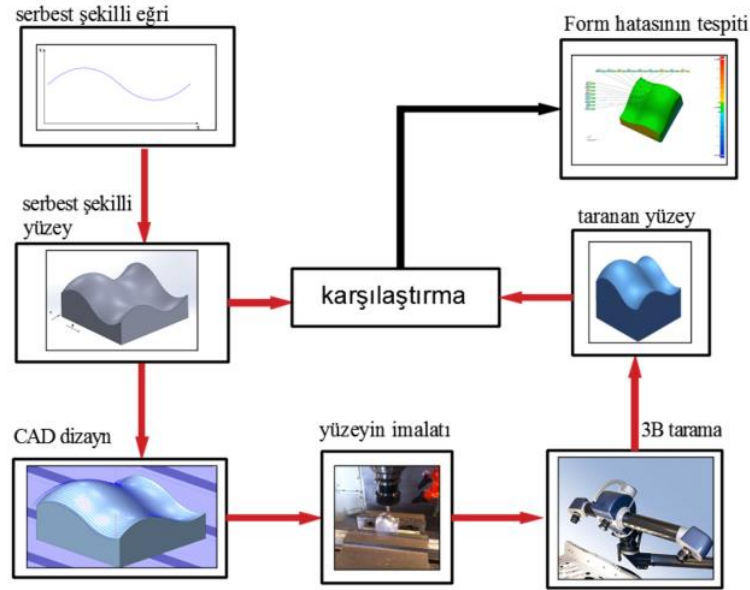
Buradan da yatay yöndeki talaş kalınlığı d hesaplanabilir. Bu denklemde $r_1(\phi)$ takımın kesme anında kesici ağız üzerinde bir noktanın izlediği yayın yarıçapı, $r_0(\phi)$ bir önceki kesme anında kesici ağız üzerinde bir noktanın izlediği yayın yarıçapı belirtmektedir ve aşağıda verilen denklem ile hesaplanır.

$$r_0(\phi) = \sqrt{r_b^2 - (r_b \cos(\phi) - f \cos \theta)^2} \quad (5)$$

3. MATERYAL VE METOD

3.1 Deneysel Dizayn

Serbest şekilli yüzeylerin finish işlenmesinde meydana gelen form hatalarının değerlendirilmesi amacıyla Şekil 3’de görülen adımlar sırasıyla takip edildi.



Şekil 3. Deneysel çalışmanın genel özeti

3.2. Malzeme ve Deney Tasarımı

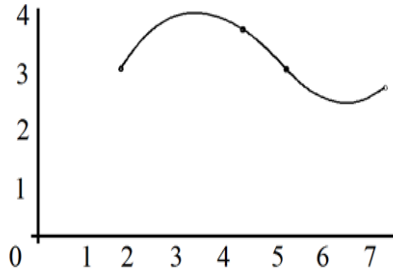
B-spline eğriden yararlanarak oluşturulan serbest şekilli yüzeyin imalatında uzay sanayisinden elektronik sanayisine kadar birçok alanda kullanılan Al 6082 alaşımı kullanıldı. Buna ait kimyasal ve fiziksel özellikler sırasıyla Çizelge 1-a ve Çizelge 1-b’de verildi.

Çizelge 1. Al 6082 Alaşımının özellikleri

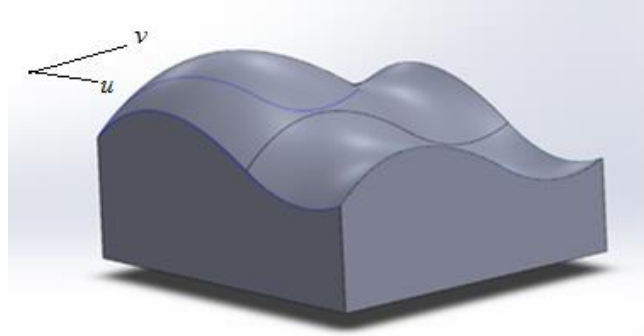
a) Kimyasal Özellikleri		b) Fiziksel Özellikleri	
Al 6082 Alaşımı	% miktarları	Özellik	Değer
Mn	0.40-1.00	Yoğunluk (kg/m ³)	2.70x10 ³
Fe	0.0-0.50	Erime Sıcaklığı (° C)	555
Mg	0.60-1.20	Termal genleşme (/K-20 ° C’de)	24 x10 ⁻⁶
Si	0.70-1.30	Elastisite Modülü (GPa)	70
Cu	0.0-0.10	Isı iletkenliği (W/(m.K))	180
Zn	0.0-0.20	Elektriksel öz direnç (Ohm.m)	0.038 x10 ⁻⁶
Ti	0.0-0.10	Çekme Dayanımı (MPa)	340
Cr	0.0-0.25	Akma Dayanımı (MPa)	290
Diğer Ürünler	0.0-0.15	Sertlik (HV)	95
Al	Geriye Kalan	Uzama (%)	6

İşleme parametrelerinin yüzey formlarına etkilerini araştırmak için serbest şekil yüzey formunun sınırlarını belirten kontrol noktaları belirlendi. Bu noktalar yüzeyin serbest şekilde

oluşmasını sağlamak amacıyla $B_0(10,20)$, $B_1(30,50)$, $B_2(60,20)$, $B_3(90,40)$ olarak rastgele seçildi. Eğrinin birleşme noktalarında sürekliliğini sağlayan knot vektörleri ise non-uniform olarak sırasıyla $t_0=2$, $t_1=4$, $t_2=5$, $t_3=7$, $t_4=8$, $t_5=10$, $t_6=11$ olarak belirlendi. B-spline eğrisinin çizilmesi için gerekli olan baz fonksiyonları MATLAB R2012a'da yazılan program ile hesaplandıktan sonra kontrol noktaları ile çarpılarak B-spline eğri elde edildi (Şekil4-a). Ardından eğriden yüzey oluşturmak amacıyla u ve v bileşeni aynı eğriden oluşturulup tensör çarpımıyla yüzey formu elde edildi (Şekil4-b). Yüzeyin oluşturulması için SOLIDWORKS 2013 programı kullanıldı.



a-Serbest Şekilli Eğri



b-Serbest Şekilli Yüzey

Şekil 4.Serbest şekil yüzeyin elde edilmesi

Deneyde kesme hızı ve ilerleme miktarı olmak üzere üçer seviyeli üç farklı kontrol faktörü ile bir faktöriyel deney tasarımı oluşturuldu. Deney girdisi olarak üç farklı devir sayısı ve üç farklı ilerleme değeri seçilmiştir. Kullanılan Minitab paket programı vasıtasıyla üç seviyeli Taguchi L9 deney tasarımı oluşturuldu. Çizelge 2'de deney tasarımının seviyeleri ve kontrol faktörleri verilmiştir.

Çizelge 2. Deney için kontrol faktörleri ve seviyeleri

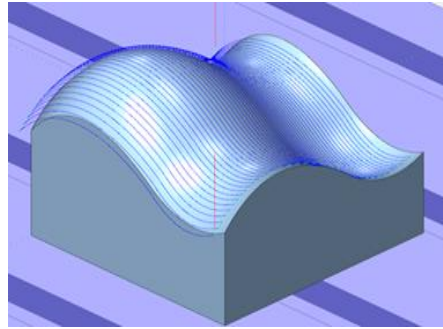
Faktörler	Birim	1.Seviye	2.Seviye	3.Seviye
Devir Sayısı	dev/dak	2500	3000	3500
İlerleme	mm/dak	1000	1200	1400

Çizelge 2'deki faktörler göz önünde bulundurularak, deneysel çalışma için en uygun tasarım olarak Taguchi L9 ortogonal dizin seçildi ve Minitab istatistik yazılımı Çizelge 3'de görüldüğü şekilde deney tasarımı elde edildi.

Çizelge 3. Taguchi L9 Deney tasarımı

Deney No	Devir Sayısı dev/dak	İlerleme mm/dak
1	1	1
2	2	2
3	3	1
4	1	3
5	3	2
6	1	2
7	3	3
8	2	1
9	2	3

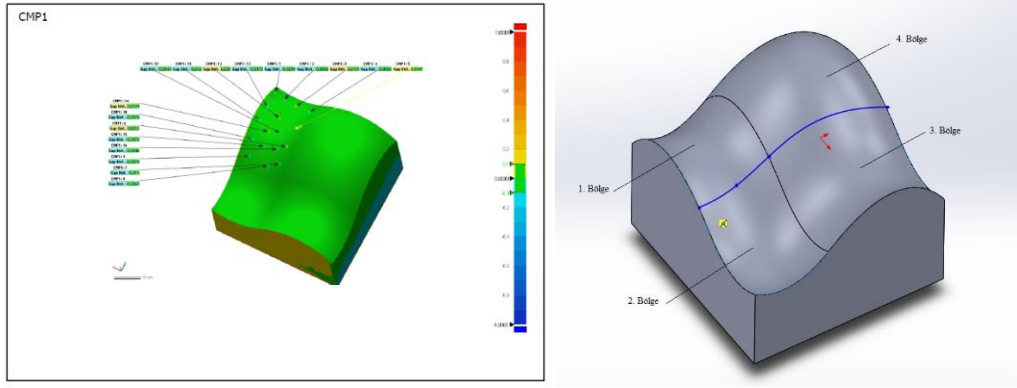
Serbest şekilli yüzeyin imalatında SOLIDCAM 2013 programı kullanılarak kaba, ara kaba ve finish işleme olmak üzere üç aşamada üretim gerçekleştirildi. Kaba ve ara kaba işlemede kontur kaba takım yolu ve finish işlemede yüzeye paralel takım yolu kullanılarak gerçekleştirildi (Şekil 5). Yüzeylerin işlenmesinde kaba işleme için Ø10 mm 4 ağızlı karbürü DIN 6528 düz parmak freze ara kaba ve finish işleme için ise Ø10 mm 4 ağızlı DIN 1889/B standardında radyuslu parmak freze kesici takım kullanıldı.



Şekil 5. Finish işleme için oluşturulan takım yolu

3.3. Yapılan Ölçümler

CNC Dik İşleme Merkezi'nde Al6082 alaşımından üretilen serbest şekilli yüzeylerin imalatı sonrası oluşan form hatalarının tespiti için “Breuckmann Smart Scan R5” markalı 3B tarama cihazı kullanıldı. Tarama sonrası yüzeylerden 3 boyutlu noktalar elde edilerek CAD model üzerindeki aynı nokta ile karşılaştırılarak hatanın büyüklüğü tespit edildi (Şekil 6-a). Deneyin kararlılığını sağlamak için deneyler 2 defa tekrarlandı. Yüzey form hatalarının değerlendirilmesini kolaylaştırmak amacıyla konveks ve konkav yüzeyler dikkate alınarak dört bölgeye ayrıldı (Şekil 6-b).



a -Hataların karşılaştırılması

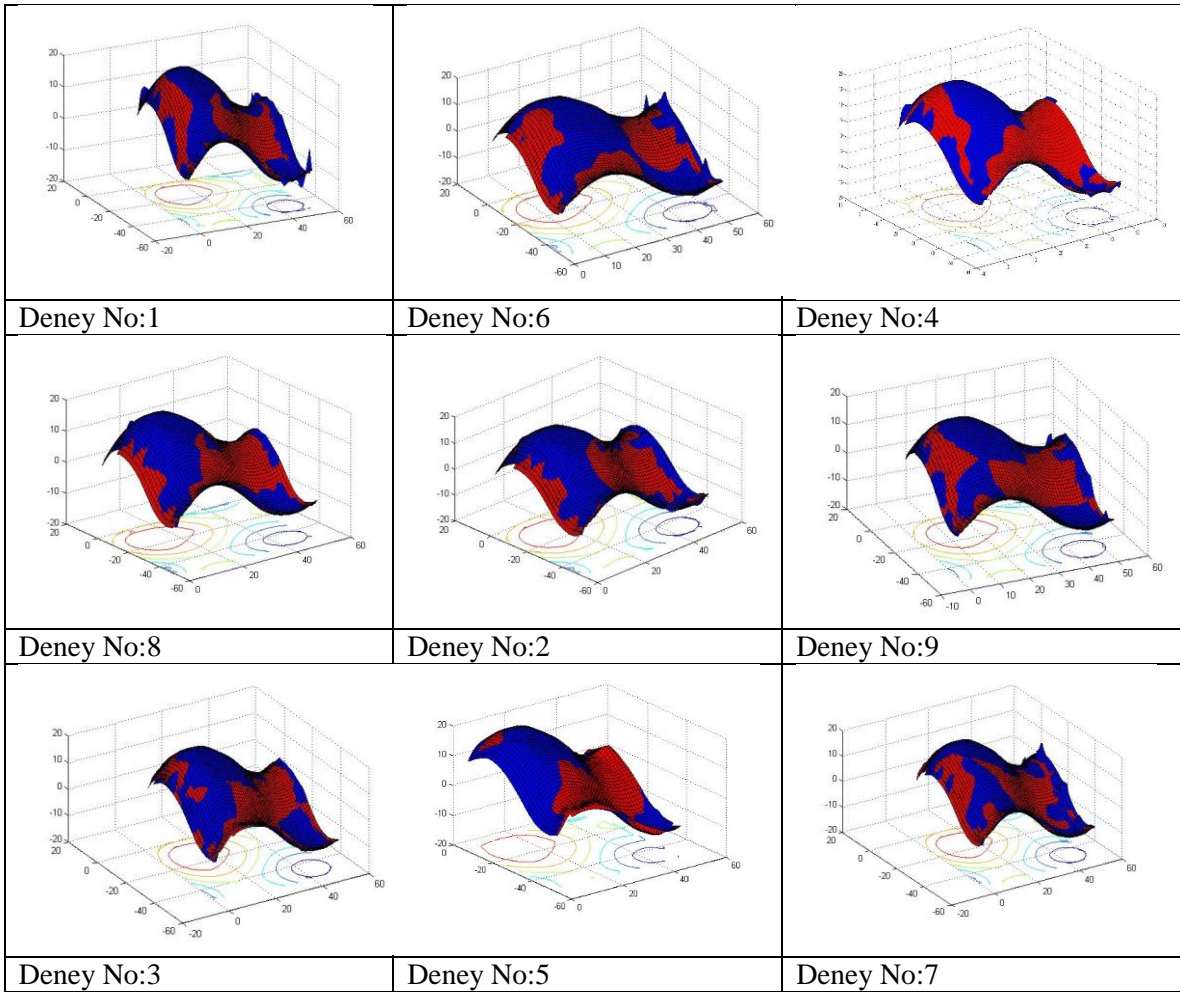
b-Yüzeyin bölgelere ayrılması

Şekil 6. Form hatalarının değerlendirilmesi

4. DENEY SONUÇLARI VE TARTIŞMA

3B taramadan elde edilen model ile CAD modeli karşılaştırılmış ve parça üzerindeki form hataları sayısal olarak ölçülerek işaretlenmiştir (Şekil 6). Parça üzerinde meydana gelen negatif veya pozitif form hataları ve oluştuğu bölgeler üç boyutlu optik tarama çıktıları ile hesaplanmıştır. Parça üzerinde form hata değerleri renklendirmeler yardımı ile belirginleştirilmiştir. Ayrıca form hatalarının oluşum sıklığını belirlemek amacıyla elde edilen yüzey form hataları her bir numune için ve bölgesel olarak değerlendirilmiştir. Değerlendirmede, sapma miktarlarının ortalaması, kümülatif toplamı ve görülme sıklığı

(tarama ölçüm değerinin referans yüzey ölçüsünden $\pm 0,01$ mm sapması ve bu durumun tekrarlama sayısı) baz alınarak, işleme parametrelerinin etkileri araştırılmıştır. Bölgeler ve numunelere göre sıralama yapılarak en iyi ve en kötü sonucu veren durumlar değerlendirilmiş ve yüzeylerin değerlendirilme işleminde MATLAB programı kullanılmıştır (Şekil 7).



Şekil 8. Yüzey Form hataların karşılaştırılması

Şekil 8’da görülen grafiklere göre mavi alan CAD modeli kırmızı alan ise form hatalarının oluştuğu bölgeleri göstermektedir. Yapılan deneylerde meydana gelen en büyük ve en küçük

form hata değerlerinin büyüklüğü Çizelge 3’de verildi. Şekil 8’de de görüldüğü üzere form hataların genel olarak 2. ve 3. bölgelerde yoğunlaştığı dikkat çekmektedir. Bu bölgeler genel olarak takımın tırmanma ve inme yaptığı bölgelerdir ve bu kısımlarda maksimum form hatalarının oluştuğu göze çarpmaktadır (Şekil 8). Takım efektif çapının azaldığı 1. ve 4. bölgelerde ise form hata değerlerinin azaldığı görülmektedir. 2 ve 3. bölgelerde oluşmasının sebebi bu bölgelerde efektif temas çapının artması nedeniyle takımdaki sehim oranının artması ile açıklanabilir. Ayrıca Şekil 8 incelendiğinde ilerleme miktarı arttıkça form hatalarının arttığı en büyük form hatası değerlerinin 1400 mm/dak ilerleme ve 2500 dev/dak değerlerinde oluştuğu tespit edilmiştir. En düşük form hata değerlerinin ise 1000 mm/dak ilerleme ve 3500 dev/dak değerlerinde oluştuğu tespit edilmiştir. Yine Şekil 8’den görüleceği üzere ve Bölüm 2’de tanımlanan talaş geometrisi düşünüldüğünde kontur frezelemenin gerçekleştiği yüzeylerde form hatası büyüklüğünün az olduğu, tırmanma frezleme yani yanall kaymalarda ise form hatalarının büyüklüğünün daha fazla oluştuğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar da Bağcı (2011)’inki ile uyusmaktadır.

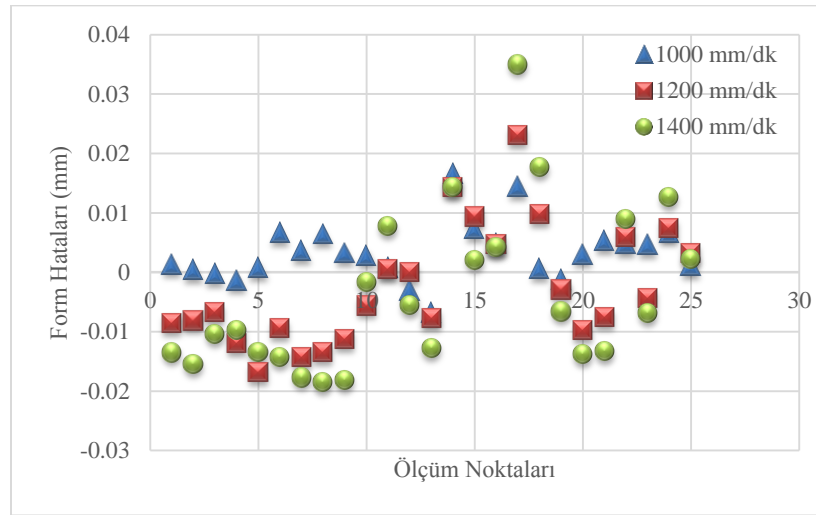
Çizelge 3. Form hatalarının 4. Bölge için hata değerleri

ÖLÇÜM NOKTASI	Deney No:1	Deney No:2	Deney No:3	Deney No:4	Deney No:5	Deney No:6	Deney No:7	Deney No:8	Deney No:9
1	-0,022	-0,0099	-0,0231	-0,0081	-0,0232	-0,016	-0,0255	-0,0052	-0,0171
2	0,0016	-0,0113	-0,007	-0,0039	-0,0051	-0,0085	-0,0079	0,0026	-0,0068
3	0,0185	0,0058	0,0207	0,0198	0,0215	0,0149	0,0185	0,0185	0,0185
4	0,0043	0,0125	0,0153	0,0262	0,0126	0,0101	0,0055	0,0101	0,0177
5	-0,0017	0,0127	0,0133	0,0275	0,0094	0,0049	-0,0032	0,0088	0,0134
6	-0,0037	0,0164	0,0156	0,034	0,0161	0,0157	0,007	0,0225	0,0212
7	-0,0047	0,0183	0,0169	0,0308	0,0211	0,0172	0,0175	0,0259	0,0183
8	-0,0357	-0,0048	-0,0102	-0,0028	-0,0082	-0,0117	-0,0184	-0,0067	-0,0225
9	-0,0201	-0,0055	-0,0016	-0,0078	-0,0133	-0,0065	-0,0147	-0,009	-0,0267
10	-0,0244	-0,0055	0,0011	-0,0087	-0,007	-0,01	-0,0006	-0,0046	-0,0153
11	-0,021	-0,011	-0,0095	-0,0162	-0,0134	-0,0202	-0,0122	-0,0156	-0,0243
12	-0,0123	-0,0087	-0,0141	-0,0148	-0,0168	-0,0154	-0,0148	-0,018	-0,0295
13	-0,0129	0,003	-0,0192	-0,0134	-0,0144	-0,0196	-0,0265	-0,0205	-0,0209
14	-0,0105	-0,0123	-0,0212	-0,0159	-0,0214	-0,0208	-0,025	-0,0179	-0,0196
15	-0,0175	-0,0107	-0,0194	-0,0101	-0,0193	-0,0157	-0,0218	-0,0093	-0,0156
16	-0,0026	-0,0079	-0,0214	-0,0121	-0,0187	-0,0201	-0,0254	-0,0199	-0,0199

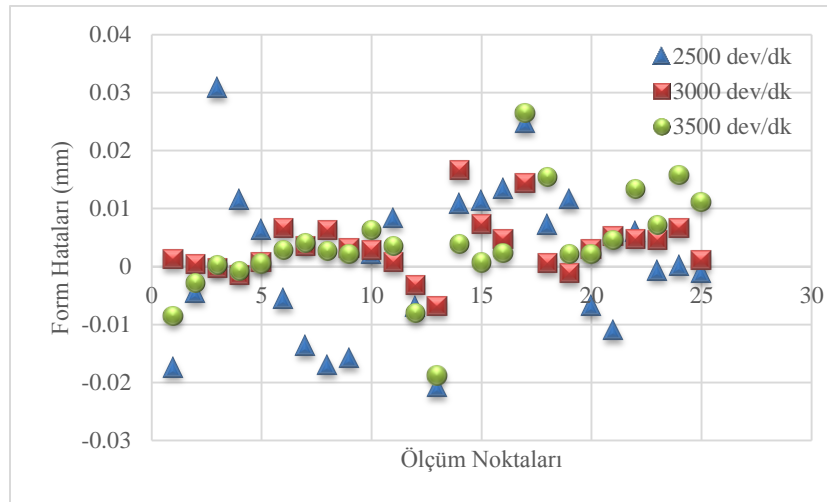
*Çizelgedeki değerlerin birimi mm’dir.

Deneyisel çalışmalar neticesinde ilerleme değerlerinin artması ile form hataları artış gösterdiği görülmüştür (Şekil 9). Bunun sebebi artan ilerleme miktarına bağlı olarak devir

başına kesilen talaş kalınlığı artmasıdır. İlerleme miktarının artması; yüksek ilerleme kuvvetine, düşük kayma açısına ve kalın talaşların oluşmasına neden olmaktadır (Akkurt 2010). Bu durum ise işlenen yüzeylerin kesme esnasında meydana gelen kuvvetlerden daha çok etkilenmesi ve takımın sehim miktarında artması anlamına gelmektedir ve form hatalarının artmasına neden olmaktadır (Shaw 2005) (Şekil 8 ve 9). Devir sayısının artmasına bağlı olarak Şekil 8 ve 10'den da görüleceği üzere form hatası azalmaktadır. Bunun başlıca sebebi ise kesici takım temas alanının azalması, kesme hızına bağlı olarak artan takım-iş parçası sıcaklığının, kesme bölgesinde kayma dayanımını azaltması (Şahin 2000) ve bunlara bağlı olarak takım sehiminin azalması olarak açıklanır.



Şekil 9. 3000 dev/dk devir sayısında ilerlemeye göre form hatası



Şekil 10. 1400 mm/dk ilerlemede devir sayısına göre form hatası

5. SONUÇLAR

Deneysel çalışma neticesinde ilerleme ve devir sayısının artmasının form hatalarına etkileri araştırılmıştır. Elde edilen bulguların literatür sonuçları ile yakinen örtüştüğü görülmüştür. Gök et al (2014)'e göre, ilerleme hızının artması ile takım sehiminin arttığı belirlenmiş ve yapılan çalışma Ikua et al (2001)'nin çalışmaları ile paralel sonuçlar vermiştir. Yapılan bu çalışmada form hatalarının ilerlemenin artmasına bağlı olarak arttığı özellikle çukur bölgede (2. Bölge) bu hatanın büyüklüğünün daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Devir sayısının artması ile de form hatlarının azaldığı, çukur bölge için ise form hatası büyüklüğünün azalmasının düşük boyutlarda olduğu tespit edilmiştir. Hataların oluşmasındaki ana sebebin takım sehiminden kaynaklandığı belirlenmiştir. Takımın tırmanmasına bağlı olarak bu sehimin de artması nedeniyle form hatalarında artış gözlemlenmiştir. Bu nedenle kesme yönteminin önemli faktörlerden biri olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca en düşük form hata değerlerinin 1000 mm/dak ilerleme ve 3500 dev/dak işleme parametrelerinde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Kontur frezelemenin olduğu bölgelerde form hatasının büyüklüğünün tırmanma frezleme yani yanal kaymada oluşan hataya göre daha az olduğu tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Feng Y. ve Li H., “Constant Scallop-Height Tool Path Generation for three axis Sculptured Surface Machining”, *Computer Aided Design*, 654-657, 2002
- Lasemi A, Xue DY, Gu PH. Recent development in CNC machining of freeform surfaces: a state-of-the-art review. *Comput-Aided Des* 2010; 42 (7) : 641– 54
- Desai K. A., Rao P. V. M., Effect of direction of parameterization on cutting forces and surface error in machining curved geometries, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 48, 249–259, 2008
- Haldar B.K. (2008). CNC tool path generation for free-form surface machining. Yüksek lisans tezi, Jadavpur University, Kalyani.
- Ersoyoğlu A.S., Ünüvar A. (2008). Serbest şekilli yüzeylerin işlenmesi için takım yolu oluşturulması. Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Chambers P., Rockwood A.P. (1996). Introduction to curves and surfaces. SIGGRAPH
- Can A., Ünüvar A.(2010). Five-axis tool path generation for 3D curves created by projection on B-spline surfaces. *Int J Adv Manuf Technol*. 49:1047–1057.
- Choi Y.K. (2004). Tool path generation an 3D tolerance analysis for free-form surfaces. Doktora tezi, A&M Universty, Texas.

- Kurt M., Hartomacıoğlu S, Mutlu B., Köklü U., Minimization of the surface roughness and form error on the milling of free-form surfaces using a grey relational analysis, MTAEC9, 46,205, 2012
- Erdim H., Lazoğlu I., Ozturk B. (2006). Feedrate scheduling strategies for free-form surfaces. International journal of machine tools & manufacture 46 (2006) 747-757.
- Ikua B., Tanaka B, Obata F. ve Sakamoto S.,” Prediction of cutting forces and machining error in ball end milling of curved surfaces -I theoretical analysis” Precision Engineering Journal of the International Societies for Precision Engineering and Nanotechnology, 25 (2001) 266–273
- Bagcı, E., “Monitoring and analysis of MRR based feedrate optimization approach and effects of cutting conditions using acoustic sound pressure level in free-form surface milling”, Scientific Research and Essays, Vol., 6(2), pp. 256-277, 18 January, 2011.
- Akkurt, M., 2010. Talaş Kaldırma Yöntemleri ve Takım Tezgâhları, Seçkin Yayıncılık.
- Shaw, M.C., “Metal cutting principles”, Oxford University Press, 2nd Edition, Oxford, 2005
- Şahin, Y., 2000. Talaş Kaldırma Prensipleri Cilt 1-2, Nobel Yayınevi
- Gök A., Göloğlu C. ve Demirci H.,” Dış Bükey ve İç Bükey Yüzeylerin Küresel Parmak Frezelenmesinde Takim Sehimine Bağlı Form hatalarının belirlenmesi” Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., Cilt 29, No 2, 365-374, 2014
- Ikua, B.W., Tanaka, H., Obata, F., Sakamoto, S., “Prediction of cutting forces and machining error in ball end milling of curved surfaces –I theoretical analysis”, Precision Engineering, 25: 266–273, 2001