

2018

GELECEĞİN DÜNYASINDA BİLİMSEL VE MESLEKİ ÇALIŞMALAR



DOĐA BİLİMLERİ VE ZİRAAT

EDİTÖRLER

DR. OKTAY ERDOĞAN

DR. MERİÇ LÜTFİ AVSEVER

GELECEĞİN DÜNYASINDA BİLİMSEL VE MESLEKİ ÇALIŞMALAR

DOĐA BİLİMLERİ VE ZİRAAT

EDİTÖRLER

DR. OKTAY ERDOĞAN
DR. MERİÇ LÜTFİ AVSEVER

ARALIK 2018
BURSA / TÜRKİYE

EKİN 
Basım Yayın Dağıtım

Editörler

DR. OKTAY ERDOĞAN
DR. MERİÇ LÜTFİ AVSEVER

Birinci Baskı •© Aralık 2018 / Bursa

ISBN • 978-605-327-791-0

© copyright

All Rights Reserved

Kapak Tasarım

Sefa Ersan KAYA

Ekin Basım Yayın Dağıtım

Tel: 0224 223 04 37

Mail: info@ekinyayinevi.com

Web: www.ekinyayinevi.com

Adres: Şhreküstü Mahallesi Cumhuriyet Caddesi
Durak Sokak No:2 Osmangazi - Bursa

EKİN 
Basım Yayın Dağıtım

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	i
NEHİRLERLE TAŞINAN PETROL YÜKLERİ VE ORTAMDAKİ PETROL KİRLİLİĞİ: KARADENİZ ÖRNEĞİ	1
1. GİRİŞ.....	1
2. KARADENİZ' E DÖKÜLEN BÜYÜK NEHİRLER.....	5
2.1. Türkiye'den dökülen nehirler	5
2.2. Diğer Ülkelerden dökülen nehirler.....	7
3. KARADENİZ'DE PETROL KİRLİLİĞİ	9
4. SONUÇLAR	12
5. KAYNAKÇA	13
BARTIN-GÜNYE ORMAN İŞLETME ŞEFLİĞİ KARBON DEPOLAMA KAPASİTESİ	17
1. GİRİŞ.....	17
2. MATERYAL.....	18
3. METOD.....	21
4. BULGULAR	22
5. TARTIŞMA-SONUÇ.....	30
6. KAYNAKÇA	30
BİYOYAKITLAR	33
1. GİRİŞ.....	33
2. BİYOYAKITLAR.....	34
2.1. Biyoyakıt üretimi.....	34
2.2. Biyoyakıtların Avantajları.....	39
2.3. Biyoyakıt ve Benzinlerin Karşılaştırılması	40
3. SONUÇ	41
4. KAYNAKÇA	42
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ ÖĞRENCİLERİNİN KÜRESEL ISINMAYA YÖNELİK BİLGİ VE FARKINDALIK DÜZEYLERİNİN ARAŞTIRILMASI.....	43
1. GİRİŞ.....	43
2. MATERYAL VE METOT	44
2.1. Materyal	44
2.2. Metot	44
3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	45
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	57
5. KAYNAKÇA	58
İN VİVO VE İN VİTRO EMBRİYO ÜRETİMİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER.....	60

1. GİRİŞ.....	60
2. <i>İN VİVO</i> EMBRİYO ÜRETİMİ.....	60
2.1. Süperovulasyon.....	60
2.2. Süperovulasyon ve sinkronizasyon amacıyla kullanılan hormonlar	61
2.3. Folikül uyarıcı hormon (FSH).....	61
2.4. Gebe kısarak serum gonadotropini (PMSG)	61
2.5. Prostaglandin (PGF2 α)	62
2.6. Seksüel Siklus Sinkronizasyonu.....	62
2.7. Donörlerin Tohumlanması	63
2.8. Süperovulasyon Cevabını Etkileyen Faktörler	63
2.9. Embriyo transferinde kullanılan solusyon ve mediumlar	64
2.10. Uterus Yıkaması (Flushing)	65
2.11. Embriyo Gelişim Safhaları ve Embriyo Değerlendirilmesi	66
2.12. Embriyoları Canlılığını Etkileyen Bazı Faktörler	66
3. <i>İN VİTRO</i> EMBRİYO ÜRETİMİ.....	67
3.1. İn Vitro Fertilizasyon (İvf).....	67
3.2. Oosit Maturasyonuna Etki Eden Faktörler	68
3.3. Maturasyon Amacıyla Kullanılan Mediumlar	70
3.4. Maturasyon Mediumuna Yapılan Katkılar	70
3.5. İn Vitro Maturasyon Ölçütleri	72
3.6. Spermatozoonların Fertilizasyona Hazırlanması.....	72
3.7. İn Vitro Fertilizasyona Etki Eden Faktörler	73
3.8. İn Vitro Fertilizasyon Ölçütleri	74
4. <i>İN VİTRO</i> KÜLTÜR ORTAMLARI.....	74
5. KAYNAKÇA	75
KIVIRCIK YAPRAK SALATANIN VERİM VE KALİTESİNE BAZI ORGANİK MATERYALLERİN ETKİSİ	80
1. GİRİŞ.....	80
2. MATERYAL VE METOT	81
2.1. Materyal	81
2.2. Metot	83
3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	83
3.1. Bitki Gelişim Parametreleri ve Verimde Meydana Gelen Değişimler	83
3.2. Klorofil İçerikleri ve Suda Çözülebilir Kuru Madde (SÇKM) Miktarında Meydana Gelen Değişimler	91
3.3. Yaprak Renginde Meydana Gelen Değişimler	92
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	93
5. KAYNAKÇA	94

NEHİRLERLE TAŞINAN PETROL YÜKLERİ VE ORTAMDAKİ PETROL KİRLİLİĞİ: KARADENİZ ÖRNEĞİ

Esra Billur Balcıoğlu *

** İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Kimyasal Oşinografi Anabilim Dalı, Vefa,
34134, İstanbul*

ebillur@istanbul.edu.tr

** Sorumlu Yazar*

1. GİRİŞ

Dünyanın en büyük iç denizlerinden biri olan Karadeniz, Anadolu ve Güneydoğu Avrupa arasında bulunmakta, kuzeydoğusunda bulunan Kerç Boğazı ile Azak Denizi' ne, güneybatısında bulunan İstanbul Boğazı, Marmara Denizi ve Çanakkale Boğazı' ndan oluşan Türk Boğazlar Sistemi ile de Akdeniz' e bağlanmaktadır. Denizin en doğusu ile en batısı arasındaki uzaklık 1149 km ve en kuzeyi ile en güneyi arasındaki mesafe de 611 km'dir. Karadeniz' in yüzey alanı 423.488 km², toplam hacmi 573.000 km³, en derin yeri 2212 m ve toplam kıyı uzunluğu ise 4340 m'dir.

Bölgesel olarak yüzey suyuna ait sıcaklık kış aylarında ölçülen -1,2°C ile yaz aylarında ölçülen 31°C arasında değişmektedir. Yıllık ortalama sıcaklığı ise kuzeybatıda 12°C güneydoğuda 16°C olarak ölçülmektedir. 50-150 m arasında Termoklin tabakası bulunurken, 500 m' den daha derin bölgelerde sıcaklık 9°C'dir. Nehir girdilerinin yoğun olduğu kuzeybatıdaki bölgelerde tuzluluğun düşük olmasına bağlı olarak kış aylarında bazen buzlanma görülebilmektedir.

Karadeniz' e ait en önemli tipik özelliği bölgelere ve mevsimlere bağlı olarak değişmekle birlikte, 100-250 metre derinliğin altındaki hidrojen sülfür (H₂S) tabakasıdır. Bu yüzden Karadeniz' in su hacminin %80-90'ında bu derinlikten itibaren Karadeniz' de hayat olmadığını söylemek çok da doğru bir ifade değildir. Bu derinlikte oksijene gereksinim duyan canlılar yaşamamaktadır, ancak bazı anaerobik bakteri türleri yaşamlarını sürdürebilmektedir.

Gerek yağışlar gerekse akarsu deşarjlarıyla oluşan tatlı su girdilerinin sonucunda Karadeniz' in %18 olan ortalama tuzluluğu, %38 olan Akdeniz' in tuzluluğunun yarısından bile az durumdadır. Yüzeyden itibaren 300 metre derinliğe kadar tuzluluğu sabit olan Karadeniz' de daha derinlerden itibaren tuzluluk %21-27'lere ulaşmakta, denizin Kuzeybatı taraflarındaki bazı bölgelerde ise tuzluluk mevsimlere bağlı olarak %2-8 arasında değişiklik göstermektedir.

Petrol kirliliğinin taşınmasında önemli ölçüde rol oynayan nehirler (Güneroğlu, 2010) Karadeniz'e yılda 294-480 km³ hacminde tatlı su girişi sağlamaktadır. Avrupa'nın ikinci büyük nehri Tuna Nehri, üçüncü büyük nehri olan Dinyeper Nehri ve dördüncü büyük nehri olan Don Nehri de dahil Karadeniz'e dökülen irili ufaklı 300'ün üzerinde nehir ve akarsuyun bulunduğu yaklaşık 2.500.000 km²'lik bu su toplama havzası 22 ülkeyi kapsamaktadır (Şekil 1). Bu havza kendi yüzey alanının 5 katıdır (European Environment Agency, 1995).

Denizin Kuzeybatı tarafı büyük nehirler olan Tuna, Dinyeper ve Dinyester nehirlerinin deşarjlarının olduğu bölümdür. Ayrıca Karadeniz, yalnızca Türkiye'den de Kızılırmak, Yeşilirmak ve Sakarya gibi nehirler başta olmak üzere irili ufaklı birçok dere ve çay tarafından da beslenmekte ve bu şekilde ciddi boyutlarda bir kirliliğin etkisi altında kalmaktadır.



Şekil 1. Karadeniz'e akarsularla petrol taşıyan nehirleri etkileyen ülkeler

Bu sözü edilen çeşitli fiziksel ve hidrolojik özellikler sonucunda, Karadeniz'de farklı yoğunlukta tabakalar meydana gelmiştir. Bu nedenle petrol ve türevleri suya döküldüğünde düşük molekül ağırlığına sahip bileşenler buharlaşacak, bir kısmı suyun yüzeyine rüzgarın etkisiyle dağılıp yayılacak, bir kısmı su kolonunda emülsiyon haline geçecek ve en son deniz dibinde sedimentlere çökme eğilimi gösterecektir.

Karadeniz ve bitişik bölge suları, balıkçılık, turizm, deniz ticareti ve madencilik faaliyetleri için kullanılmaktadır. Ayrıca deniz, yoğun bir şekilde endüstri, balıkçılık, hidro ve nükleer santraller, şehirleşme, tarım gibi antropojenik etkiler nedeniyle sürekli olarak stres altındadır. Karadeniz'deki insan kökenli tehditlerin üç ana kaynağı şunlardır;

- kirlilik,
- deniz yatağının, kıyıları ve akarsuların fiziksel modifikasyonu,
- canlı kaynaklar ve mineraller gibi doğal kaynakların kullanımı

Karadeniz için en büyük ve en önemli tehditlerden biri, oksijenli su ortamının kirlenmesidir (Mee, 1992; GEF, 1997; Mee ve Topping, 1999). Bu kirliliği meydana getiren nedenlerin en başında akarsular, çoklu noktasal kirletici kaynakları, deniz trafiği, deşarjlar ve yağışlardır (Tablo 1). Karasal kaynaklı kirlilik Karadeniz için diğer denizlere oranla çok daha fazla tehlike arz etmektedir (Mee, 1992). Kıyılardaki yerleşim yerleri ve sanayi bölgelerinden gelen atıklar/atıksular arıtılmada kontrolsüz şekilde deşarj edilmektedir. Ayrıca kirliliğin en önemli nedeni de akarsulardır (Tuncer ve ark., 1998). Bu akarsular sanayi ve maden atıklarının (Readman vd., 1999) yanı sıra çoğunlukla tarımdan kaynaklanan besin tuzlarını da taşımaktadır (Zaitsev ve Mamaev, 1997; Mee ve ark., 2005). Karadeniz'de antropojenik kirlenme, kimyasallar (besin elementleri, sentetik kirleticiler, ham petrol ve türevleri ve eser elementler), radyoaktif maddeler, deniz çöpleri, mikrobiyal kontaminasyon ve istilacı türler olarak dörde ayrılabilir (Tablo 1).

Tablo 1. Karadeniz'deki kirliliğin kaynakları ve türleri

	Kirlilik kaynakları				
	Deşarjlar	Akarsu girdileri	Çok çıkışlı kirletici kaynakları	Yağışlar	Deniz araçları
Kimyasal Kirlilik;					
Ham petrol ve petrol ürünleri	√	√	√	√	√
İz Elementler	√	√	√	√	√
Nütrientler ve Organik Maddeler	√	√	√	√	√
Kalıcı Organik Kirleticiler	√	√	√	√	√
Deniz Çöpleri	√	√	√		√
Radyoaktif Maddeler		√		√	
Biyoloji Kirlilik;					
Mikrobiyal/fekal kontaminasyon	√	√	√		√
İstilacı Türler					√

Karadeniz, 4,5 x 105 km²'lik alana sahip bir Avrupa denizidir. Derinliği maksimum 2212 m olup, Türk Boğazları Sistemi ile Akdeniz hariç diğer denizlerden ayrılmıştır. Diğer denizlerde olan su değişiminin bu denizde olmaması 150 - 200 m derinliğin altında bir anoksik bir ortam oluşmasına neden olmuştur.

Karadeniz, çoğunlukla kirlenmiş olarak düşünülmektedir, ancak nehirler yoluyla taşınan kirletici miktarı, su, tortu veya biyotadaki konsantrasyonları hakkında bu teoriyi destekleyecek sınırlı sayıda veri bulunmaktadır (Mee, 1992).

Karadeniz' in yüzeyine yayılan film tabakası halindeki petrolün ortalama 2,8- 120 ton olduğu ve maksimum değerini ise 600 tonun üzerinde olduğu tespit edilmiştir (Fashchuk ve ark., 1996).

Ayrıca, özellikle petrol taşımacılığı, balıkçı teknelerinin yanı sıra diğer önemli denizel kaynaklı kirliliği oluşturan unsurlar, balast ve sintine suları uygun olmayan şekilde deşarj edilmesi ve yoğun deniz trafiğidir (Ünlü ve Alpar, 2009). Karadeniz' e dökülen başlıca nehirler ve deşarj noktaları Şekil 2'de, bu nehirlerin toplam su ve sediman deşarjları ise Tablo 2'de verilmektedir.



Şekil 2. Karadeniz'e dökülen nehirlerin deşarj noktaları

Tablo 2. Karadeniz'e dökülen başlıca nehirler

İsim	Havza Alanı km ²	Uzunluk km	Toplam akış km ³ /y	Sediman deşarjı 10 ⁶ t/y
Tuna	817000	2860	208	51,7
Dinyeper	505810	2285	51,2	2,12
Dinyester	71990	1328	10,2	2,50
Güney Bug	68000	857	3	0,53
Çoruh	22000	500	8,69	15,13
Enguri	4060	221	4,63	2,78
Kodor	2030	84	4,08	1,01
Bzıb	1410	-	3,07	0,60
Yeşilırmak	-	416	4,93	18
Kızılırmak	78000	1151	5,02	16
Sakarya	-	790	6,38	-

Karadeniz kıyılarında yaşayan nüfus ortalama 19 milyon civarındadır. En kalabalık kıyı şeridinde sahip ülkeler ise Türkiye ve Ukrayna'dır. Tuna Nehri, allokon materyalinin yaklaşık yarısını Karadeniz'e taşımaktadır (Shimkus ve Trimonis, 1974), bu nedenle Batı Karadeniz, Doğu Karadeniz'den daha fazla toprak malzemesi almaktadır. Türkiye kıyılarından dökülen nehirlerin su girişleri ve sediment yükleri, sırasıyla yıllık 41 km³ ve 28 milyon ton olarak tahmin edilmektedir (Hay, 1994).

Karadeniz, yılda ortalama 60.000 gemi/tankerin geçtiği, bunun 10.000 adedinin, Novorossiysk ve Supsa'nın yanı sıra Batum ve Kulevi'den İstanbul Boğazı'nın batısına kadar Rus/Kazak petrolünün taşındığı bir gemi rotasıdır. Tanker ve sevkiyat faaliyetleri, endüstriyel atık sular ve kentsel / ırmak deşarjları gibi çeşitli nedenlerden kaynaklanan petrol kirliliği, Karadeniz'in önemli bir sorunudur. Ancak Karadeniz'deki petrol kirliliği hakkında bir takım çalışmaların rapor edilmiş olmasına rağmen, mevcut çalışmalar Karadeniz dökülen nehirlerin petrol girdilerinin miktarını belirlemek için yeterli değildir.

2. KARADENİZ' E DÖKÜLEN BÜYÜK NEHİRLER

2.1. Türkiye'den dökülen nehirler

Başta Kızılırmak, Yeşilirmak ve Sakarya Nehirleri olmak üzere, Türkiye'den Karadeniz'e dökülen nehirler Şekil 3'te verilmektedir.



Şekil 3. Türkiye'den Karadeniz'e dökülen başlıca nehirler

Kızılırmak Nehri, Türkiye'nin Karadeniz bölgesindeki en büyük nehirlerinden biri olup, içme suyu temini ve çeşitli tarımsal, endüstriyel ve rekreasyonel faaliyetler için kullanılmakta ve böylece bölgenin ekonomisine önemli ölçüde katkı sağlamaktadır. 1355 km uzunluğuyla Türkiye'nin en uzun nehri olan Kızılırmak, 3,6x10¹⁰ m³ çöktürme potansiyeline sahiptir. Ortalama 5,02 km³/yıl debi ile Karadeniz'e yılda yaklaşık 831 milyon m³ su taşımaktadır. Kızılırmak'ta farklı türden kirliliklerin çalışıldığı çalışmalar (Bakan ve ark, 2010; Akbulut and Akbulut, 2010; Narin ve ark, 2009; Yiğiterhan ve Murray, 2008) olmasına rağmen Üstün-Kurnaz ve Büyükgüngör (2007) tarafından yapılan değerlendirme dışında petrol kirliliği ile ilgili çalışma sayısı çok azdır.

Yeşilirmak Nehri 519 km uzunluğunda ve 2300 km²'lik bir drenaj havzasıyla oldukça uzun bir nehirdir. Ayrıca askıda katı madde konsantrasyonu düşüktür ve Samsun'un doğusundan Güney Karadeniz'e akar. Kızılırmak ile benzer şekilde ağır metal gibi kirlilik sonuçlarının rapor edildiği çalışma (Yiğiterhan ve Murray, 2008) dışında literatürde çok fazla çalışma bulunmamaktadır.

Sakarya Nehri ise Türkiye'nin üçüncü uzun nehridir. Batı Anadolu'dan doğmakta ve birçok endüstriyel ve tarımsal alandan geçerek Karadeniz'e dökülmektedir. Sakarya Nehri, Türkiye'nin Kuzeybatı Anadolu bölgesinde yer alır ve nehrin toplam uzunluğu yaklaşık 810 km'dir. Toplam drenaj alanı, Türkiye'nin yaklaşık %7'sinden biraz daha fazlasını oluşturur ve yaklaşık 56.000 km²'dir. Türkiye'nin en büyük hidroelektrik santrallerinden ikisinin bu nehrin üzerinde bulunmasına rağmen,

nehirin sularında hâlâ Boğaz'ın doğusundan Güneybatı Karadeniz'in yüzey sularına boşaltmakta olduğu yüksek miktarlarda partikül yükleri bulunmaktadır.

Sakarya nehri kirliliği konusunda çeşitli çalışmalar (Balcıoğlu ve Öztürk, 2009; Atıcı, 1997; Yiğiterhan ve Murray, 2008) ve antropojenik aktivitelerin etkileri rapor edilmiştir (Işık ve ark., 2008; Yiğiterhan ve Murray, 2008).

288 km uzunluğundaki Yenice nehri geçtiği yerlerde farklı isimlerle (Ulus, Gerede Suyu, Soğanlı Çayı, Filyos Irmağı vb.) anılarak güneybatı Karadeniz' e ulaşır. Yenice nehri Gökçebey-Zonguldak havzasında bir araya gelen çeşitli dağıtımların toplanmasıyla, bu noktadan itibaren muazzam bir partikül yüküyle Karadeniz'e dökülür.

Yalnızca Türkiye' den dökülen nehirler (0.275×103 t/y), Tuna' nın 1/3' ne (0.913×103 ton / yıl) ve Karadeniz'in kuzeyindeki diğer tüm nehirlerin (0.977×103 t/y) debileri toplamına denk gelmektedir (Baştürk ve ark. 1999).

Türkiye'nin Karadeniz kıyılarından dökülen nehirler ve akarsulardaki yıllık ağır metal ve diğer kirlenici maddelerin yükü çeşitli araştırmacılar (Bat ve ark.,2009; Ayaz ve ark., 2013; Tuncer ve ark, 1998; Çelik ve Pulatsü 2003; Çalimli ve Pulatsü 2003) tarafından rapor edilmiş olmasına rağmen, petrol yüklerinin incelendiği çalışma (Balcıoğlu ve Öztürk, 2009; Güven ve Çoban, 2012a) sayısı oldukça azdır.

Güven ve Çoban (2012a)'a göre Tuna Nehri' nden dökülen petrol kirliliği yükü 1988'de 10370 t/y, 1989'da 21120 t/y, Dinyeper Nehri'nden dökülen petrol yükü ise 1988'de 8702 t/y ve 5440 t/y olarak rapor edilmiştir. Ancak, Tablo 3'te gösterildiği gibi, nehirlerin petrol kirliliği yükleri hakkında tahmin edilen bazı değerler bulunmakla birlikte, ülkelerin çoğundan Karadeniz'e akan nehirlerin yıllık petrol girdisi hakkında literatürde yeterli rapor ve çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle aynı yıllara ait petrol girdisi değerlerini karşılaştırmak zordur.

Güven ve Çoban'ın (2012a) çalışmasında, 2005-2007 yılları arasında petrol miktarının azaldığı rapor edilmiştir. Yine bu çalışmaya göre en yüksek petrol kirliliği 2005 yılında Kızılırmak'ta, 2006 yılında Yeşilirmak'ta ve 2007 yılında ise Sakarya Nehri'nde tespit edilmiştir. Bu çalışmaya göre Türk Nehirlerinde petrol kirliliği sıralaması;

2005 yılında; Kızılırmak > Yeşilirmak > Sakarya > Filyos

2006 yılında; Yeşilirmak > Sakarya > Kızılırmak > Filyos

2007 yılında; Sakarya > Yeşilirmak > Kızılırmak > Filyos şeklindedir (Tablo 3).

Çalışmada ayrıca Türkiye'den Karadeniz'e dökülen nehirlerin yüzey sularıyla taşınan petrol girdileri 2005 - 2007 dönemi boyunca 3466,77 ton olarak hesaplanmıştır. Bu değerlerin yıllık ortalaması 1155,59 ton'dur.

Tablo 3. Türkiye'den Karadeniz'e dökülen nehirlerden taşınan petrol miktarları

Nehirler	Akım (km ³ /y)	2005 (t/y)	2006 (t/y)	2007 (t/y)
Filyos	0,8	196,86	32,62	42,70
Sakarya	5,6	484,96	267,57	286,78
Yeşilirmak	5,3	628,20	271,30	180,62
Kızılırmak	5,9	721,63	229,86	143,67
Toplam		2031,65	801,35	653,77

Balcıoğlu ve Öztürk (2009) yayınladıkları 2008 yılına ait petrol sonuçları tartıştıkları çalışmada Sakarya Nehri' nin yüzey suyu akıntısı ile Karadeniz' e dökülen petrolün yıllık 254,13 ton olduğunu rapor etmişlerdir.

Batı Karadeniz Bölgesi'nde (Ereğli ve Zonguldak) ve küçük ölçekli tekstil, gıda, orman imalatçıları ve metal endüstrileri başta olmak üzere, yerleşim bölgelerine dağılmış olanlar dışında, Karadeniz boyunca önemli ölçüde sanayileşmiş bölgeler bulunmamaktadır. Çoğunlukla deniz limanlarına ve nehir ağızlarına (ör. Sakarya, Filyos, Kızılırmak ve Yeşilirmak) yakın olan bu kıyılar petrolle kirlenmektedir.

2.2. Diğer Ülkelerden dökülen nehirler

Karadeniz, Güneydoğu Avrupa, Kafkas Dağları ve Kuzey Anadolu'dan akan nehirler için büyük bir çökelme havzasıdır (Algan ve ark., 1999). Bu su havzası 22 farklı ülkeyi kapsamaktadır ve nehirlerden Karadeniz'e toplam tatlı su girişi $353 \text{ km}^3/\text{y}$ 'dir. En büyük beş nehrin debileri ise Tuna Nehri'nin $203 \text{ km}^3/\text{y}$, Dinyeper Nehri'nin $54 \text{ km}^3/\text{y}$, Don Nehri'nin $28 \text{ km}^3/\text{y}$, Kuban Nehri'nin $13 \text{ km}^3/\text{y}$ ve Dinyester Nehri'nin ise $9,3 \text{ km}^3/\text{y}$ 'dir (Shimkus ve Trimonis, 1974). Ayrıca Türkiye ve Bulgaristan kıyılarından da irili ufaklı bir çok nehir ve derelerden Karadeniz'e yıllık 28 km^3 (Balkaş ve ark., 1990) ve havza etrafındaki küçük dere ve çaylarla da yıllık $17,7 \text{ km}^3$ 'lük bir tatlı su deşarjı söz konusudur.

Karadeniz'in Kuzeybatı sahanlığı, toplam alanın % 20' sini kaplayan, Avrupa'nın en büyük üç nehri olan Tuna, Dinyeper ve Dniester' in deşarjlarına maruz kalan tek büyük sahanlık bölgesidir (Oğuz ve ark. 2004). Karadeniz her zaman pozitif su dengesi olan bir havza olmuştur. Ünlüata ve ark. (1989)'nın ortaya koyduğu verilere göre (Özsoy ve Ünlüata 1997), akıntıların toplamı çökelme ($\sim 300 \text{ km}^3/\text{y}$) ve akıntıya bağlı ($\sim 350 \text{ km}^3/\text{y}$) olarak, buharlaşma oranını ($\sim 350 \text{ km}^3/\text{y}$) geçmektedir. Tatlı sudaki yılda 300 km^3 'lük fazlalık, iki tabakanın taşınması arasındaki fark olarak tanımlanan İstanbul Boğazı'ndan net bir çıkış ile dengelenmektedir. Tuna Nehri tek başına Karadeniz'e yılda 200 km^3 su boşaltmaktadır, bu da kuzey batı akarsu akışının $3/4$ 'üne ve havzaya toplam nehir girişinin ($370 \text{ km}^3/\text{y}$) $2/3$ 'üne karşılık gelmektedir.

Tuna Nehri, 2780 km uzunluğunda, Avrupa'nın en büyük ikinci nehridir ve 817.000 km^2 'lik bir alandan Karadeniz'e akmaktadır. Bu akıntı, tüm Macaristan, Avusturya, Romanya, Slovenya, Slovakya, Sırbistan ve Karadağ'ın neredeyse tüm bölgelerini, Bosna-Hersek, Bulgaristan, Hırvatistan, Çek Cumhuriyeti ve Moldova'nın önemli bölümlerini, Almanya ve Ukrayna'nın ise küçük bölümlerini içine almaktadır ve Karadeniz'e, Avrupa'daki ikinci en büyük doğal sulak alanı olan deltadan akmaktadır.

Tuna Nehri Karadeniz'e akan nehir akışının % 64'ünü ve kuzeybatı Karadeniz'e giren akıntının ise %80'ini oluşturmaktadır (Popa, 1993). Bu durum sekiz ülkede yaşayan 70 milyondan fazla nüfus ve genişletilmiş havza bölgesinde altı ek ülke için temel su kaynakları sağlamaktadır (Literathy ve Laszlo, 1995). Bu bölgede böylesine büyük bir nüfusa ve endüstriyel faaliyete sahip birçok potansiyel kirlilik kaynağı olduğundan Tuna Nehri, Karadeniz'e akan en önemli nehir kirliliği kaynağını temsil etmektedir. Tuna Nehri ile taşınan antropojenik nütrientlerin (besin elementlerinin), kuzeybatı şelf alanındaki ötrofikasyon ve kirliliğin ana sebebi olduğu bilinmektedir (Mee, 1992; Windom ve ark., 1998; Lancelot ve ark., 2002).

Piescu ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada Tuna Nehri'nden yoğun bir şekilde etkilenen Romanya Karadeniz kıyısı boyunca 20 m ve 40 m derinliklerinden su kolonundan toplanan su örneklerinde belirlenen ortalama petrol konsantrasyon değerlerinin bölgesel dağılımının, güneye yoğunlaşan bir eğilim ile birlikte, akıntı deşarj girdisini yansıttığını ortaya koymuşlardır. Ayrıca $299 \mu\text{g/L}$ olan Sulina-Chituc'den toplanan deniz suyu örneklerindeki toplam hidrokarbon içeriğinin ortalama yükünün, Köstence ve Mangalia arasındaki güney littoral bölgeden alınan örneklerin ortalama içeriğine kıyasla %19,7 arttığını rapor etmişlerdir.

Sırbistan'daki Tuna'nın ana kolları Tisa ve Sava'dır. Tüm uzunluğu 945 km olan Sava Nehri, 206 km ile Tuna nehrinin en büyük kolu ve Sırbistan'ın en büyük nehirlerinden biridir. Batı Slovenya dağlarında doğmakta, Hırvatistan ile Bosna-Hersek arasındaki sınırı oluşturmadan önce Hırvatistan ovalarından geçmektedir. Nehrin toplam havzası, % 22,8'si Sırbistan'da olmak üzere 97.183 km^2 'dir (Zinke, 2003). Sava hidrografik havzasının üst akıntı bölgesi, önemli endüstriyel ve kentsel gelişme nedeniyle ciddi çevresel stres altındadır.

Sava Nehri'nin sedimentlerinde petrol hidrokarbonlarının konsantrasyonları, derinlikle birlikte artmaktadır ve sağ tarafta 20 km üst akıntı bölgesindeki (Hırvatistan, Sisak) "Nikola Tesla" Petrol

Rafinerisi ve termal enerji santralinin etkisiyle, yukarı yönlü kirliliğin bir sonucu olarak ciddi miktarda yüksektir.

503000 km²'lik bir havzaya sahip olan 2285 km uzunluğundaki Dinyeper, 253 metrelik rakımda bulunan Valdai Tepeleri'nden (Valdaiskaya vozvysheynost) doğmaktadır. Tipik olarak, Dinyeper havzasındaki nehirler karlarla beslenirken, güneyde ise yeraltı kaynaklarından gelen besleme suyu ile bu oran artmaktadır. Nehir deşarjının büyük bir kısmı ilkbahar yağışlarından ve selinden kaynaklanmaktadır. Nehir yükü çok fazla değildir ve nehir ağzında bulanıklık 0.5–1.0 kg/m³'tür. Dinyeper havzasının düzlüğü ve jeolojik yapısı nedeniyle, kanal oluşturan yükler kumlu olma eğilimindedir (Berkovich ve ark., 1994).

Dinyeper ve havzasındaki nehirler, yoğun bir şekilde düzenlenmekte, su temini yönetimi ve tarım açısından ciddi bir şekilde kullanılmaktadır. Nehrin sadece üst kısımları ve ağız tarafı serbesttir. Birçok yeri inşaat malzeme temini için açılmış ve kazanılmaktadır (Berkovich ve ark., 1994). Dinyeper kanalı (Kakhovskaya Elektrik Santrali'nin aşağı kısmında) nispeten düz ve 500-600 metre genişliğindedir. Dinyeper, Dinyeper limanının yakınında, Inhulets nehrinin kesiştiği noktanın altında başlar. Nehir burada karmaşık bir dallanma hali gösterir. Dinyeper ve Bug limanları birlikte Dinyeper-Bug Limanını oluşturur.

Yaklaşık 441 km uzunluğunda ve 72.100 km²'lik bir havza alanına sahip olan Dinyester, ortalama 900 metre yükseklikte Karpatlar'dan doğmaktadır. Bu suların ilk çıkış noktası alp olarak sınıflandırılmakta ve bu su yolu alüvyal formların oluşmasına katkıda bulunmaktadır. Nehrin kıyısında Dnestrovsky ve Dubosarsky hidroelektrik santralleri bulunur ve bunlar için rezervuar görevi görmektedir. Birçok göl nehrin kollarıyla oluşmuştur ve bütün havza boyunca büyük miktarlarda nehir kanalından su çekilmektedir. Çakıllar alışılagelmiş bir şekilde inşaat malzemeleri temini için Dniester yatağından alınmaktadır ve bu şekilde yalnızca Moldova'dan bile 1,5 milyon m³ alüvyon her yıl bertaraf edilmektedir (Berkovich ve ark., 1994).

Doğal koşullarda Ukrayna'nın büyük nehirleri Karadeniz'e 66 km³ tatlı su boşaltmaktaydı. Ancak Ukrayna'da, büyük nehirler - Dniester, Güney Bug, Ingul ve Dnieper - kıyı limanlarına dökülmektedir. Bu nehirlerin birçok rezervuar tarafından kontrol edilmekte ve ağır antropojenik basınç altında kalmaktadır. Bu nehirlerle kıyı limanlarına yılda 55,5 km³ su dökülmektedir. Sadece Dinyeper bunun 43,5 km³'ünü oluşturmaktadır ve bu durum akışının kontrolü deşarjını %18 oranında azaltmıştır. Son yıllarda Dinyester'in de akışı da %11 azalmıştır (Timchenko, 1990).

Karadeniz'e dökülen yıllık petrol yükünün 110.840 ton olduğu tahmin edilmektedir. Bu miktarın % 48'inin Tuna nehri ile taşındığı, geri kalan miktarın ise atık ve atık suların yetersiz arıtımı ve petrol-petrol türevlerinin kötü kullanımları nedeniyle karasal kaynaklı olduğu bilinmektedir (BSEP, 1997). Karadeniz'e kıyısı olan ülkelerden yıllık toplam petrol deşarjı kaza sonucu dökülen petrol ve yasadışı deşarjlar hariç 57.404 tondur. Gemilerden Karadeniz'e balast suyu deşarjlarından gelen miktar bilinmemektedir ancak dikkate alınması son derece önemli bir konudur.

Table 4. Karadeniz kıyı ülkelerinden gelen tahmini petrol kirletici yükleri (t/y). Kaza sonucu oluşan sızıntılar ve yasa dışı deşarjlar dahil edilmemiştir.

Ülkeler	Evsel	Endüstriyel	Karasal kaynaklı	Nehirler	Toplam
Bulgaristan	5649	3	-	1000	6652
Gürcistan	-	78	-	-	78
Romanya	3144	4052	-	53	7197
Rusya	-	52	4200	165	4417
Türkiye	7	753	-	-	760
Ukrayna	21215	10441	5169	1473	38299
Toplam	30015	15379	9369	55638	110404

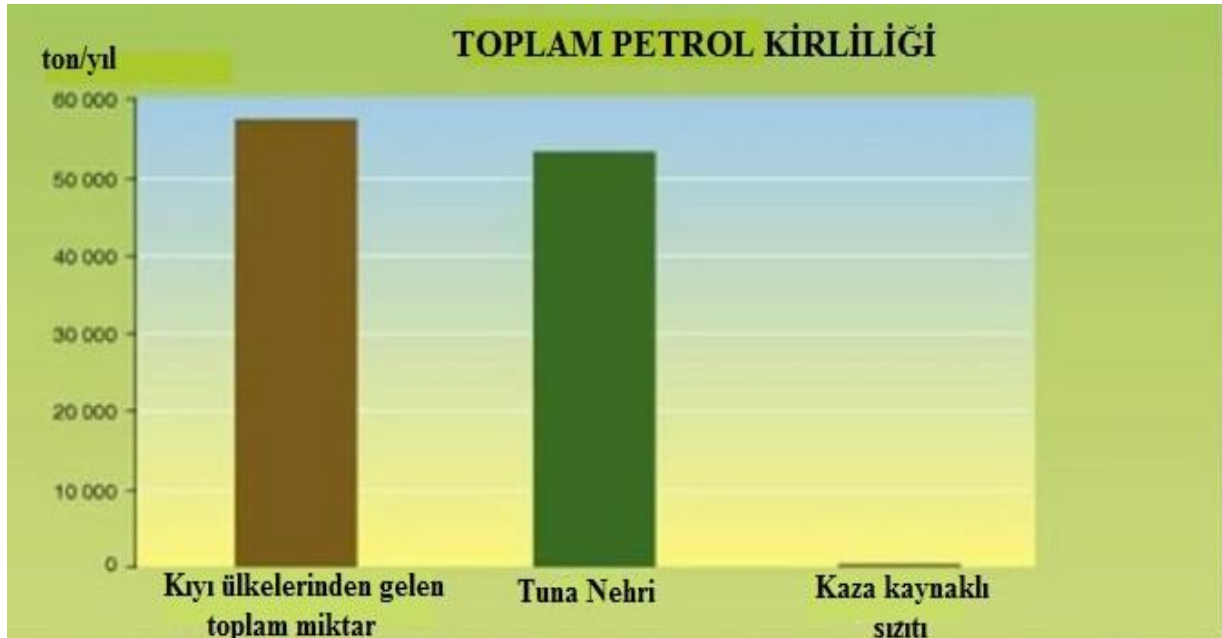
3. KARADENİZ'DE PETROL KİRLİLİĞİ

Yasa dışı sintine su tahliyelerinden veya kazalardan kaynaklanan denizdeki petrol sızıntıları, denizel ortamda ciddi ekolojik hasar ve sosyo ekonomik kayıp oluşturur.

Karadeniz, petrol ürünlerinin yoğun olarak taşınması ve yarı kapalı olan yapısı nedeniyle kirliliğe karşı savunmasız bir denizdir. Hazar Denizi ve Rusya'dan, batıya petrol ve gazın taşınması için boru hatları ve tankerler bu bölgeden geçmektedir (Lyratzopouou ve Zarotiadis, 2014).

Petrol kirliliği, denizde hemen hemen her yerde, izin verilen Maksimum Standart Konsantrasyonunu (0,05 mg/l) aşan seviyelerle Karadeniz için önemli bir sorundur. Toplam petrol hidrokarbon (TPH) dağılımının çok yüksek oranda bölgesel olarak heterojenliği gözlenebilmektedir, hatta örneklerin neredeyse yarısı kirlilikten arındırılmış olarak kabul edilebilmektedir. 2005-2007 döneminde yapılan bir araştırmada, dip sedimentlerinden örnek alınarak TPH içeriği analiz edilmiştir, ortalama yoğunlukta TPH çoğu bölgede yaklaşık 0,05 mg/g'dir. Bununla birlikte, Romanya, Türk ve Rus karasularında bulunan büyük limanlar, petrol rafinerileri veya petrol terminalleri civarında bulunan yoğun kirli alanlardan alınan örneklerden bazılarında ölçülen konsantrasyonların, bu limit değerini 13-16 kez aştığı görülmektedir. Büyük şehirlere yakın dip sedimentlerinde de yüksek konsantrasyonlar tespit edilmiştir; bu durumda belediye, üretim atıkları ve nehirlerden gelen deşarjlar da önemli bir rol oynamaktadır (Koroshenko, n.d., SER 2001–2006/7). TPH ve PAH (Polisiklik aromatik hidrokarbon)'ların ağır fraksiyonlarından bazıları kanserojen ve insan sağlığı açısından tehdit oluşturmakta, altta yatan tortuların kaynak noktalarına yakın olarak, izlemeleriyle ilgili açık bir mevzuat olmaksızın devam etme eğilimindedirler ve bunların ortadan kaldırılması sadece prokaryotik topluluklar tarafından gerçekleştirilir (Todorova ve ark., 2014). Kirletici olarak belirlenen 16 PAH ele alındığında, Odessa, Soçi, İstanbul, Tuna deltaları, İstanbul Boğazı, Romen ve Bulgar kıyılarındaki bazı yerler gibi büyük şehir ve limanların yakınındaki dip sedimentleri, yüksek oranda kirli sınıfına girmektedir (Tiganus ve ark., 2013).

Her yıl Karadeniz'e boşaltılan petrol atığının 110.000 tondan fazla olduğu tahmin edilmektedir ve bu miktarın yarısı Tuna nehrinden (>53900 ton) ve geri kalanı ise devletlerin karasal kaynaklı faaliyetlerinden gelmektedir (BSEP, 1997) (Şekil 4).



Şekil 4. Karadeniz' de toplam petrol kirliliği

Karadeniz'in Türk kıyılarında rafineri bulunmamaktadır, ancak çok sayıda doğal gaz, ham petrol ve petrol ürünü tankerleri, boru hatları, limanlar, açık deniz platformları ve diğer kıyı tesisleri gibi potansiyel kirlilik kaynakları bulunmaktadır. Büyük petrol işleme kapasitelerine sahip limanlar ve farklı

büyükteki tankerler, yükleme kapasitelerine göre daha yüksek çevre kirliliği riski oluşturmaktadırlar. Risk analizi yapıldığında, Karadeniz kıyı bölgelerinin genel olarak kirlilik tehdidi altında olduğu söylenebilmektedir, ancak Karadeniz Bölgesi'nden Zonguldak ve Boğaz çıkışı gibi belli kısımlar daha fazla risk taşımaktadır. Deniz trafiği, özellikle de Boğaz girişindeki tankerlerin yoğunluğu, Marmara Denizi ve Karadeniz ortamları için her zaman çok ciddi risk oluşturmaktadır.

Genel olarak, petrol sızıntıları deniz organizmalarını dışarıdan veya içten etkileyebilir. Petrolün organizma tarafından sindirilmesi veya solunması iç maruziyete, cilde, karabınaya, gövdeye, yaprak ve göze etki ise dış maruziyete birer örnektir. Petrol aynı zamanda bazı küçük balık türlerini, omurgasız hayvanları, kuşları veya memelileri boğabilir ve vücut sıcaklığının korunmasını sağlayan cildini, tüylerini, kürklerini veya solungaçlarını kaplayabilir. Bazıları çift kabuklu ve yumuşakçalar gibi nispeten hareketsiz olan ve filtrasyon yoluyla beslenen deniz canlıları, petrole maruz kalmaktan kaçamamaktadır. Ayrıca, balık veya diğer omurgalılar gibi kirletici maddeleri parçalamak için aynı enzimlere sahip değildirler. Dökülen petrolün türü çevrede farklı şekillerde davranır ve deniz organizmalarının etkileri farklı petrol türlerine göre değişir. Genel olarak, petrol, fuel oil vb şeklindeyse "hafif petrol" ve ham petrol vb ise "ağır petrol" olarak sınıflandırılmaktadır. Ağır petrol siyah ve yapışkan görünmesine rağmen, hafif petrol kolayca buharlaşır ve daha toksiktir. Bertaraf edilmediği sürece çevresel ortamda aylarca hatta yıllarca kalabilmektedir. Ağır petrol çok kalıcı, daha az akut toksik olabilmekle beraber kanser ve mutasyon gibi bazı kronik etkilere de sahip olabilir (NOAA, 2016).

Petrol denizel ortamda incelenildiği gibi ortamda kirliliğin boyutlarını anlayabilmek amacıyla sedimentte ve biyotada da analiz edilebilmektedir. Karadeniz'de de farklı bölgelerde kirliliği ortaya koyabilmek için çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

Karadeniz sedimentlerindeki alifatik ve aromatik hidrokarbonların incelendiği çalışmalardan biri 1996 yılında Wakeham tarafından ortaya konmuştur. Karadeniz sedimentlerindeki alifatik hidrokarbon (AHC) konsantrasyonları, Tuna nehrinin ağzında 153.000 ng/g'dan, abisal düzlük sedimentlerinde yaklaşık 10.000 ng/g'a kadar değişiklik göstermiştir. Bileşen dağılımları, çözülmemiş kompleks bir karışım ile önemli bir petrojenik bileşenin de bulunduğu Tuna nehri istasyonu dışında baskın olarak uzun zincirli n-alkanlar olarak tespit edilmiştir. Aynı bölgelerde polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) ise 1,250 ng/g'den 200 ng/g'ye düşüş gösterirken çoğunlukla pirolitik kökenli PAH'lar tayin edilmiştir. Çalışmalarında dip sedimentlerinin analizinin derinliğe bağlı olarak AHC ve PAH konsantrasyonlarında ciddi oranda bir düşüş gösterdiğini ve sırasıyla yaklaşık 1000 ng/g ve 10 ng/g değerlerine kadar indiğini ortaya koymuşlardır. Yüzey sedimentlerindeki AHC ve PAH dağılımları ile dip sedimentler arasındaki farklar, iki hidrokarbon sınıfının çeşitli bileşenlerini etkileyen kaynak ve taşıma süreçlerinin farklılığını göstermektedir.

Karadeniz'deki petrol kirliliğinin kapsamlı bir şekilde ortaya konduğu raporlardan biri de Readman ve ark. (2002) yayınladıkları çalışmadır. Çalışmada en yüksek toplam hidrokarbon konsantrasyonlarının Odessa, Soçi ve Tuna Nehri'nden gelen deşarjlarla ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Ukrayna sahil şeridinden alınan örneklerin nispeten temiz olduğunu, taze girdilerin Tuna Nehri'nden geldiğini belirtmişlerdir. Toplam PAH'larla ilgili olarak, bulunan konsantrasyonlar Akdeniz'deki nispeten kirlenmemiş bölgelerle karşılaştırılmıştır ve İngiltere'nin kirliliği yüksek haliçleri için rapor edilen düzeylerden çok daha düşük olduğu ortaya konmuştur. Ayrıca, petrol türevli PAH'ların Soçi'de baskın, İstanbul Boğazı bölgesinde ise pirolitik kaynakların fazla olmasına rağmen, bulgularının çoğunda kirliliğin hem pirolitik hem de petrojenik kökenli olduğu rapor edilmiştir.

Üstün- Kurnaz ve Büyükgüngör (2007), çalışmalarında Kızılırmak Deltası kıyı şeridinde su ve midye örneklerinde PAH konsantrasyonlarını araştırmışlardır. Çalışmada Samsun İli'nde Kızılırmak Nehri'nin Karadeniz ile birleştiği noktadan mevsimsel olarak alınan su örneklerinde ve aynı tarihlerde toplanan *Mytilus galloprovincialis* türü midye örneklerinde PAH bileşenlerinden krisen, benz(a)piren, naftalen ve antrasen tayin edilmiştir. Midye örneklerindeki PAH konsantrasyonlarının su örneklerine oranla çok daha yüksek olduğunu saptamışlardır. En yüksek toplam PAH değeri su örneğinde 14.175 ppb ve midye örneğinde 431.863 ppb olarak tayin edilmiştir. Çalışma dönemi süresince en yüksek tespit edilen PAH bileşiği ise su örneklerinde 2.670 ppb ile ve midye örneklerinde 167.905 ppb ile krizendir.

Bozcaarmutlu ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada Batı Karadeniz'de kefal balıklarının karaciğerinde petrol hidrokarbonları dahilinde bulunan polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH)

düzelelerini incelemişlerdir. En yüksek PAH düzeylerinin Zonguldak Limanından alınan balıklarda, en düşük PAH düzeylerinin ise Amasra’ da yakalanan balıklarda tespit edildiğini belirtmişlerdir. Örneklem yaptıkları istasyonları ise yüksek kirlilikten düşüğe doğru Zonguldak Limanı> Güllüç Dere Ağızı > Ereğli Limanı > Melen Çayı Ağızı > Sakarya Nehri Ağızı > Amasra olarak sıralamışlardır. Çalışmalarının sonunda elde ettikleri verilere dayanarak kefal balığının biyo-izleme çalışmalarında kullanılmak üzere uygun bir canlı organizma olduğunu ortaya koymuşlardır.

Balkıs ve ark. (2012) Güney Karadeniz sahanlığı sedimentlerde petrol hidrokarbonlarını incelemiş ve kirliliğin kökenlerini tayin etmişlerdir. Bulgularına göre Samsun, Giresun ve Rize kıyılarında yüksek organik madde birikimi olduğunu ve kirliliğin kökenini pirolitik olarak rapor etmişlerdir. Tam tersi olarak da İğneada, Zonguldak, Trabzon ve Hopa kıyılarında ise petrojenik bir kaynağın olduğunu ortaya koymuşlardır. Çalışmada sonuç olarak yüksek değerlerin Samsun, Trabzon ve Sinop Limanlarından gelen deşarjlar ve Sakarya, Yenice, Kızılırmak ve Yeşilirmak Nehirlerinden gelen girdilerle ilişkili olduğu vurgulanmıştır.

Güven ve Çoban (2012b), 2004- 2007 yılları arasında Karadeniz’ in Türkiye kıyılarında su ve sediment örneklerinde petrol kirliliğini ve İstanbul Boğazı’ndan Karadeniz’e alt akıntıyla geçen petrol miktarını incelemişlerdir. En yüksek değerler batı bölgesindeki Terkos istasyonu yüzey suyunda ve Zonguldak istasyonunda sedimentlerde bulunmuştur. Araştırmacılar bu yüksek değerleri Tuna Nehri’nden kaynaklanan girdiyle, İğneada- Terkos istasyonları arasındaki yoğun gemi trafiği ve yasadışı deşarj edilen balast sularıyla ve ayrıca Batı Karadeniz bölgesinde Karasu- Bartın arasındaki tanker trafiğiyle ilişkilendirmişlerdir. Diğer taraftan çalışmada, Doğu Karadeniz’ de bulunan yüksek değerlerin de komşu ülkelerdeki yakıt yükleme istasyonlarındaki girdilerden kaynaklandığı belirtilmiştir. İstanbul Boğazı’ndan alt akıntıyla Karadeniz’ e geçen yıllık petrol miktarı da 2004’te 10.422 ton, 2005’te 5153,10 ton, 2006’da 9385,10 ton ve 2007’de 6162,50 ton olarak bulunmuştur. Boğaz’daki alt akıntı yoluyla Karadeniz’ e geçen suda İstanbul’ un ve Marmara Bölgesi’ndeki şehirlerin kanalizasyon girdilerine ilave olarak ayrıca Ege/ Akdeniz’ den gelen kirliliğin de bulunduğunu belirtmişlerdir. Karadeniz’de çalıştıkları istasyonların bazılarında tespit ettikleri değerlerin, su için 2,5 µg/L olan ve sediment için 10 µg/g olan sınır değerlerini aştığını tespit etmişlerdir. Tüm bunlardan yola çıkarak da Karadeniz’ in petrol kirliliğinden ciddi biçimde etkilendiğini ortaya koymuşlardır.

Ünlü ve Alpar (2009), Yeşilirmak Nehri açığındaki sediment örneklerinde hidrokarbon kontaminasyonlarını incelemişlerdir. Sediment örneklerindeki toplam aromatik hidrokarbonların konsantrasyonları 32 µg/g ila 122 µg/g aralığında bulunurken, uzun süreli kirliliği işaret eden krizen konsantrasyonları ise 7 ila 24 µg/g aralığında tespit edilmiştir. Çalışmaya göre denize yakın taraflardaki sediment örneklerinde toplam aromatik hidrokarbon içeriğinin yüksek olduğu ortaya konmuştur.

Ünlü ve arkadaşları (2009), Karadeniz’ de Zonguldak sanayi bölgesinden alınan sediment örneklerinde aromatik hidrokarbonların spektrofotometrik karakterizasyonunu çalışmışlardır. Çalışmalarında aromatik hidrokarbonları hesaplamak için iki referans malzemenin floresan sinyallerini kullanmışlardır. Bunlar Karadeniz bölgesinde kullanılan ve taşınan yedi farklı ham petrolden elde edilen (THETIS- OIL) materyal ve krizendir. Çalışmada toplam aromatik hidrokarbon seviyeleri 1,7 ila 1588,7 µg/g arasında değişmektedir. Zonguldak’ da Ereğli limanı ve çimento fabrikası olmak üzere iki yarı noktada en yüksek değerler gözlenmiş ve bu bölgelerdeki TPAH değerleri THETIS- OIL referansına göre 1550– 1600 µg/g ve krizen referansına göre ise 240–260 µg/g olarak hesaplanmıştır. Bulgulara göre Zonguldak’ın doğusunda ve açıklarında pirolitik aktivite fazlayken, petrojenik köken ile karışan pirolitik köken ise çalışma alanının batısında ve sanayi bölgesi olan Ereğli taraflarında baskın olarak bulunmuştur.

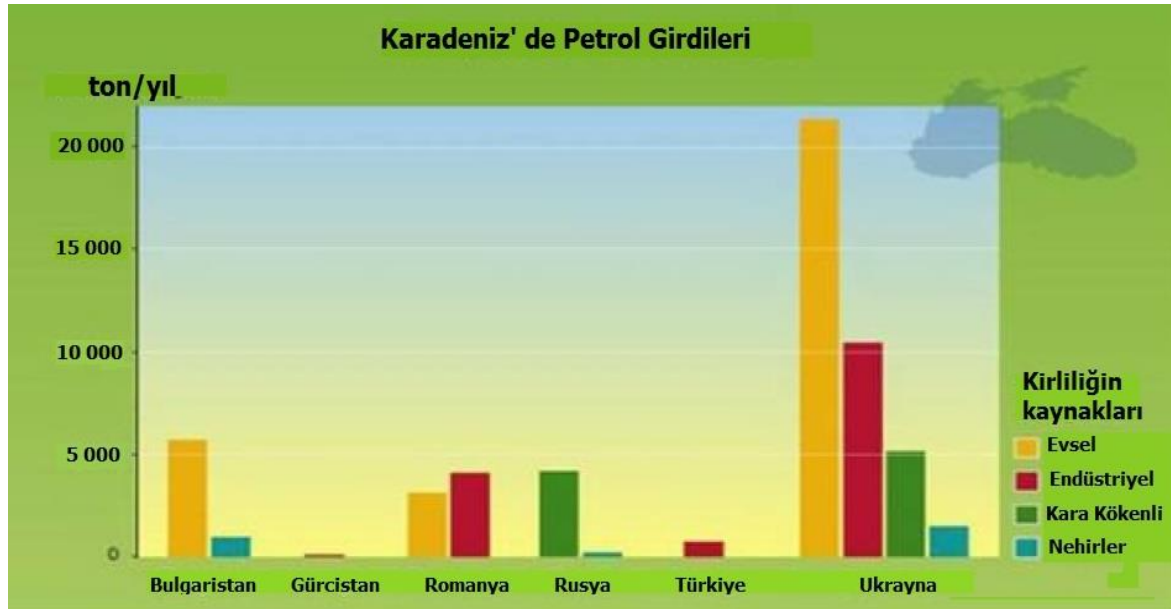
Tiganus ve arkadaşları (2013) çalışmalarında Karadeniz’in Romanya kıyılarındaki toplam PAH’ların yoğunluğunu belirlemek ve sedimentlerdeki potansiyel kirlenme kaynaklarını tespit etmeyi amaçlamışlardır. Çalışmada, 2011-2012 yılları arasında 16 öncelikli polisiklik aromatik hidrokarbon tanımlanmış ve Sulina ile Mangalia arasındaki deniz alanlarında 12 istasyondan toplanan sediment örneklerinde (20 metreden derinliklerde) kantitatif olarak belirlenmiştir. Sedimentlerdeki toplam PAH (Σ_{16} PAH) konsantrasyonlarının 82 ila 6,983 µg/kg (kuru ağırlık) arasında değiştiği gözlenmiştir. Çalışmada düşük moleküler ağırlık/yüksek moleküler ağırlık, fenantren/antrasen, fluoranthen/(fluoranthen+piren), antrasen/(antrasen+fenantren), indeno(1,2,3-cd)piren/(indeno (1,2,3-

cd)piren+benzo(g,h,i)perilen) gibi oranlar ortamdaki olası PAH emisyon kaynaklarının değerlendirilmesi için hesaplanmıştır. Bu oranların hesaplanmasıyla ortaya çıkan sonuçlar doğrultusunda Romanya sedimentlerinde pirolitik bir girdinin olduğu ortaya konmuştur.

Balcıoğlu ve arkadaşları (2018), Türk Boğazlar Sistemi' nin (TBS) giriş ve çıkışındaki sediment örneklerinde polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) düzeylerini karşılaştırarak kökenlerini incelemiştir. TBS'nin girişi olarak ele alınan Güneybatı Karadeniz bölgesinde incelenen istasyonlar Batıda İğneada ile doğuda Şile arası 6 istasyondur. TBS'nin çıkışı olarak tanımlanan alan ise Çanakkale Boğazı'nın çıkışı, Gökçeada ve Bozcaada arasında kalan bölgedir. Çalışmada sedimentlerdeki TPAH değerleri 120 ila 2912 ng/g aralığında değişmiştir. Genel olarak sedimentlerdeki kontaminasyonlar kirlilik sınıflandırmasına tabi tutulduğunda ise orta düzeyden yükseğe doğru değişiklik gösterdiği rapor edilmiştir. En kirli bölgelerin ise gemi ve tankerlerin boğazlara giriş yapmak üzere bekleme yaptıkları bölgelere yakın olan, İstanbul Boğazı girişindeki Riva ve Çanakkale Boğazı çıkışındaki Seddülbahir istasyonları olduğu ortaya konmuştur. Çalışma genelinde ayrıca yüzey suyu örneklerinde toplam petrol hidrokarbonları (TPH) tayini yapılmıştır ve bu sonuçlar kullanılarak yüzey suyu ile taşınan yıllık petrol miktarı hesaplanmıştır. Buna göre Karadeniz'den Marmara Denizi'ne taşınan petrol yükü 1631 t/y olarak bulunurken, Marmara Denizi'nden Ege Denizi'ne taşınan petrol yükü ise 8484 t/y olarak hesaplanmıştır. Bu bulgulara göre Karadeniz'den gelen kirliliğe Marmara Denizi'ndeki kirliliğin de eklendiği ve bu şekilde TBS yoluyla Ege Denizi'ne ciddi oranda petrol girdisinin olduğu ortaya konmuştur.

4. SONUÇLAR

Karadeniz, Güneydoğu Avrupa ile Türkiye'nin Anadolu yarımadası arasında bir iç denizdir. Karadeniz'in derinlerine indikçe hacminin % 90'ından fazlası anoksik sudur ve hidrojen sülfürün bulunduğu bu kütle yüzeyin 150 m altından itibaren başlar. Bu deniz, genellikle belediyeler, sanayi, nehirler ve petrol sızıntılarından kaynaklanan atık su deşarjlarına maruz kalmaktadır. Petrolün deniz yoluyla taşınması ve gemilerin rutin bakımları ise petrol sızıntısının en önemli nedenleridir. Türkiye'de ise petrol sızıntıları Giresun Havzası'nda Ordu ve Trabzon arasında yaygın olarak görülmektedir (Kruglyakova ve ark., 2004)



Şekil 5. Karadeniz'e gelen petrol girdileri

Karadeniz'deki petrol girdileri ülkelere göre farklı kaynaklar neticesinde oluşur (Şekil 5). Petrol kirliliği Karadeniz'in kıyısız ekosistemini tehdit etmektedir. Şu andaki petrol kirliliği miktarları Karadeniz'in açıklarında çok yüksek değildir ancak birçok kıyı bölgesinde ve nehir ağızlarında kabul edilemez düzeydedir. Karadeniz'e yılda yaklaşık 95.000 ton geri kazanımı mümkün olmayan petrol atığı

boşaltılmaktadır. Petrol, toprak kökenli kaynakların yanı sıra deniz kazaları ve operasyonel deşarjların bir sonucu olarak denizel çevreye kontamine olmaktadır. Karadeniz’ de inceleme yapan bilim insanlarına ve araştırmacılara göre, her yıl 30.000 ton petrol evsel atık su tesislerinden, 15.500 ton petrol sanayilerden (petrol endüstrileri dahil) ve 53.000 ton petrol ise Tuna Nehri’nden Karadeniz’e dökülmektedir. İnsektisit ve ağır metaller gibi diğer toksik etkiye sahip maddelerin, Karadeniz’in tamamını kirlettiği gözlenmemektedir, ancak belli kirlilik kaynaklarının yakınında “sıcak noktalar” olarak denizel ortamı etkilediği görünmektedir. Kadmiyum, bakır, krom ve kurşun gibi ağır metaller genellikle yoğun çalışan sanayiden gelen atıklarla ve elektrik üretmek için yanan kömürden geriye kalan küllerle ilişkili olarak artmaktadır. Pestisitlerse çoğunlukla tarımdan arazilerinin yakınında bulunan nehirler ve akarsular yoluyla denize girmektedir. Ancak, ekonomik düşüşün bir sonucu olarak, bu maddelerin kullanımı önemli ölçüde azalmıştır ve kullanımları geçmişte çok yoğun olduğu durumlar haricinde denizde büyük bir tehlike arz etmemektedir.

Yukarda da sözü edildiği gibi Karadeniz’e dökülen birkaç nehirde belli yıllarda yapılan petrol yükü çalışması dışında çok fazla rapora literatürde rastlanmamıştır. Gerek Karadeniz kıyı ülkelerinin gerekse Karadeniz’e dökülen nehirlerin topraklarından geçtiği ülkelerin hem nüfusunun hem de endüstriyel faaliyetlerinin artması buna bağlı olarak da atık ve/veya atıksuların deşarj miktarlarının yoğunlaşması tartışılmaz bir gerçektir. Petrol yükü taşınımları ile ilgili hem yıllar arasında hem de nehirler bazında eksiklikler olduğundan yıllara göre veya nehirler arası karşılaştırma verimli bir şekilde yapılamamaktadır. Bu nedenle bir iç deniz olan ve çok ciddi oranda kirlilik etkisi altında kalan Karadeniz’ e dökülen nehirlerle ilgili daha kapsamlı ve uzun süreli çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

5. KAYNAKÇA

Akbulut, A., & Akbulut, N.E. (2010). The study of heavy metal pollution and accumulation in water, sediment, and fish tissue in Kızılırmak River Basin in Turkey. *Environ Monitoring Assessment*, 167, 521–526.

Algan, O., Gazioğlu, C., Çağatay, N., Yücel, Z.Y., Gönençgil, B. (1999). Sediment and water influxes into the Black Sea by Anatolian rivers. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 43,61–79.

Atıcı, T. (1997). Sakarya Nehri Kirliliği ve Algler. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 24, 28-32.

Ayaz, S.Ç., Aktaş, Ö., Dağlı, S., Aydöner, C., Atasoy Aytış, E., Akça, L. (2013). Pollution loads and surface water quality in the Kızılırmak Basin, Turkey. *Desalination and Water Treatment*, 51:7-9.

Bakan, G., & Büyükgüngör, H. (2000). The Black Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 41(1-6), 24-43.

Bakan, G., Özkoç, H., Tülek, S., Cüce, H. (2010). Integrated Environmental Quality Assessment of Kızılırmak River and its Coastal Environment. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10, 453-462.

Balcıoğlu, E.B., & Öztürk, B. (2009). Oil pollution in the surface water of Sakarya River. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, 15, 99-108.

Balcıoğlu, E.B, Gönülal,O., Güreşen, S.O., Aksu, A., Öztürk, B. (2018). Comparison and origins of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the entrance and the exit of the Turkish Straits System (TSS). *Marine Pollution Bulletin*, 136, 33–37.

Balkaş, T., Dechev, G., Mihnea, R., Serbanescu, O., Ünlüata, U. (1990). The state of marine environment in the Black Sea region. *UNEP Regional Seas Reports and Studies*, 124, 47.

Balkıs, N., Aksu, A., Erşan, M.S. (2012). Petroleum hydrocarbon contamination of the Southern Black Sea Shelf, Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 19, 592–599.

Baştürk, Ö., Yakushev, E., Tuğrul, S., Salihoğlu, İ. (1999). Characteristic chemical features and biogeochemical cycles in the Black Sea. In: Ş. Beşiktepe, Ü. Ünlüata, A.S. Bologna (eds) *Environmental degradation of the Black Sea: challenges and remedies* (pp 43–57) NATO Science Series/Second Environmental Security, the Netherlands, 56.

Bat, L., Gökkurt, O., Sezgin, M., Üstün, F., Sahin, F. (2009). Evaluation of the Black Sea Land Based Sources of Pollution the Coastal Region of Turkey. *The Open Marine Biology Journal*, 3, 112-124.

Berkovich, K.M., Chalov, R.S., Zaitsev, A.A., Alekseevsky, N.I. ve ark., (1994). Kuzey Avrasya nehirlerinin nehir yatağı rejimi. Moskova: Moskova Devlet Üniversitesi, 336 (Ruşça).

BSC (Black Sea Commission) (2007): Marine Litter in the Black Sea Region: A Review of the Problem. Black Sea Commission Publications 2007-1, İstanbul, Türkiye, 148 pp.

Black Sea Environmental Program (BSEP) (1997) Black Sea Transboundary Diagnostic Analysis Mee, L.D. (Ed.) United Nations Publications, New York, 142pp.

Bozcaarmutlu, A., Sapmaz, C., Aygun, Z., Arınç, E. (2009). Assessment of pollution in the West Black Sea Coast of Turkey using biomarker responses in fish. *Marine Environmental Research*, 67, 167–176.

Çalimli, M.H., & Pulatsü, S. (2003). Yukarı Sakarya Nehri'nde fosfor fraksiyonları ile klorofil-*a* konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi. *SDÜ. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 9, 34-39.

Çelik, N. & Pulatsü, S. (2003). Yukarı Sakarya Nehri'nde azot fraksiyonları ile toplam demir ve silikat konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 9, 408-414.

European Environment Agency, 1995. Europe's environment: D. Stanners, P. Bourdeau. The Dobris assessment, Copenhagen, 712 pp.

Fashchuk, D.Ya., Krylov, V.I., Ieroklis, M.K. (1996). Pollution of the Black Sea and Azov Seas by oil films (based on data of aerial observations from 1981- 1990). *Water Resources* 23(3), 332-346.

GEF Black Sea Environmental Programme, Final Report, 7 March 1997, Page: 35.

Güneroğlu, A. (2015). Coastal changes and land use alteration on Northeastern part of Turkey. *Ocean and Coastal Management*, 118, 225-233.

Güven, K.C., & Çoban, B. (2012a). Oil input of surface water of the Turkish rivers flow to the Black Sea in 2005-2007. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, 18 (2), 128-133.

Güven, K.C., & Çoban, B. (2012b). Oil pollution in Turkish Black Sea coast and input of oil from Turkey to the Black Sea in 2004-2007. *Fresenius Environmental Bulletin*, 21(12), 3711-3717.

Hay, B.J., (1994) Sediment and water discharge rates of Turkish Black Sea rivers before and after hydropower dam construction. *Environmental Geology*, 23, 276–283.

Isık, S., Doğan, E., Kalın, L., Şaşal, M., Ağırlioğlu, N. (2008). Effects of anthropogenic activities on the Lower Sakarya River, *Catena* 75, 172–181.

Koroshenko A: Chapter 3 The State of chemical pollution, State of Environment Report 2001-2006/7 (<http://www.blacksea-commission.org/publ-SOE2009-CH3.asp>).

Kruglyakova, R.P., Byakov, Y.A., Kruglyakova, M.V., Chalenko, L.A., Shevtsova, N.T., (2004). Natural oil and gas seeps on the Black Sea floor. *Geo-Marine Letters*, 24, 150-162.

Lancelot, C., Staneva, J., van Eeckhout, D., Beckers, J.-M., Stanev, E. (2002). Modelling the Danube-influenced north-western continental shelf of the Black Sea. II: Ecosystem response to changes in nutrient delivery by the Danube River after its damming in 1972. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 54, 473–499.

Literathy, P., & Laszlo, F. (1995). Harmonisation of micropollutant monitoring in a large international river: Danube. *Water Science and Technology*, 32, 125–137.

Lyratzopouou, D., & Zarotiadis, G. (2014). The economies of Balkan and Eastern Europe Countries in the Changed World (EBEEC 2013) Black Sea: Old trade routes and current perspectives of socioeconomic co-operation. *Procedia Economics and Finance*, 9, 74-82.

Mee, L.D. (1992). The Black Sea in crisis: The need for concerted international action. *Ambio* 21(4), 278–286.

Mee, L.D., Topping, G. eds (1999) *Black Sea Pollution Assessment*. Black Sea Environmental Series. Vol. 10. UNDP, United Nations Publications, New York, U.S.

Mee, L.D., Friedrich, J., Gomoiu, M.T. (2005). Restoring the Black Sea in times of uncertainty. *Oceanography (Wash DC)* 18, 32–43.

Narin, İ., Soylak, M., Elçi, L., Doğan, M. (2009). Analize Yaklaşım ve Karasu, Sarmısaklı Çayı Kızılırmak Nehrindeki Pb, Cu, Ni, Co ve Cd Kirliliğinin Araştırılması. 1. Tıbbi Jeoloji Çalıştayı, 30 Ekim –1 Kasım, Ürgüp/ Nevşehir.

NOAA, 2016. Incident Archive. The Complete List of all Publicly Released Information on Any Oil Spill Incident. US Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration <http://www.incidentnews.noaa.gov/browse/date?page=1> (Accessed March–April 2016).

Piescu, V., Coatu, V., Oros, A., Patrascu, V., Pecheanu, I. (2004). Assessment of dangerous substances level of the Danube mouths, *Journal of Marine Research*, 35, 39 -59.

Popa, A. (1993). Liquid and sediment inputs of the Danube River into the North- western Black Sea. *Mitt Geol- Palaont Inst Univ Hamburg*, 74; 137- 149.

Readman, J.W., Fillmann, G., Tolosa, I., Bartocci, J., Villeneuve, J.P., Catinni, C., Coquery, M., Azemard, S., Horvat, M., Wade, T., Daurova, Y., Topping, G., Me, L.D. (1999). The Black Sea: A comprehensive survey of contamination. P. 171-252 in: L.D. Mee and G. Topping (Eds.), *Black Sea pollution assessment*. UN Publ., New York, 380 pp.

Readman, J.W., Fillmann, G., Tolosa, I., Bartocci, J., Villeneuve, J.P., Catinni, C., Mee, L.D. (2002). Petroleum and PAH contamination of the Black Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 44, 48–62.

Shimkus, K.M., Trimonis, E.S. (1974). Modern sedimentation in the Black Sea. In: Degens, E.T., Ross, D.A. (Eds.), *The Black Sea- Geology, Chemistry and Biology*. *Memoirs of the American Association of Petroleum Geologists*, vol. 20. Memoir 20, Tulsa, Oklahoma, pp. 249–278.

Tiganus, D., Coatu, V., Lazar, L., Oros, A., Spinu, A.D. (2013). Identification of the Sources of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Sediments from the Romanian Black Sea Sector. *Cercetări Marine*, 43, 187- 196.

Timchenko V.M. Kuzey Batı Karadeniz Bölgesi su kütlelerinin ekolojik ve hidrolojik çalışmaları. Ans. Ed. Vishnevsky P.F. - Ukrayna SSR Bilimler Akademisi. Hidrobiyoloji Enstitüsü. - K.: Naukova Dumka, 1990. - 240 p. (Rusça).

Timchenko, V.M. (1990). Dinyeper Haliç'teki taşkın yatağı rezervuarlarının ekolojik-hidrolojik göstergesi olarak su yenileme katsayısı. *Hydrobiology Journal*, 26 (4), 85-91 (Rusça).

Todorova, N., Mironova, R., Karamfilov, V. (2014). Comparative molecular analysis of bacterial communities inhabiting pristine and polluted with polycyclic aromatic hydrocarbons Black Sea coastal sediments. *Marine Pollution Bulletin* 83, 231-240.

Tuncer, G., Karakas, T., Balkas, T.I., Gökçay, C.F., Aygün, S., Yurteri, C., Tuncel, G. (1998). Land-based sources of pollution along the Black Sea coast of Turkey: concentrations and annual loads to the Black Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 36, 409–423.

Oğuz, T., Tuğrul, S., Kıdeyş, A., Ediger, V., Kubilay, N. (2004). Physical and biogeochemical characteristics of the Black Sea. In: Robinson AR, Brink KH (eds) *The sea*, Vol. 14, Chapter 33, 1331-1369 (28, S).

Özsoy, E., & Ünlüata, U. (1997). Oceanography of the Black Sea: a review of some recent results. *Earth-Science Reviews*, 42, 231–272.

Palshin, G., 1998: Black Sea in crisis. In *Proceedings from the 23rd Session of the International Seminars on Planetary Emergencies*. August 19–24, 1998. ICSC World Laboratory Rep. No. 23. Erice, Sicily. World Federation of Scientists.

Ünlüata, U., Oğuz, T., Latif, M.A., Özsoy, E. (1989). On the physical oceanography of Turkish straits. In: Pratt LJ (ed) The physical oceanography of sea straits. Kluwer, The Netherlands, NATO ASI Series.

Üstün-Kurnaz, S. & Büyükgüngör, H. (2007). Kızılırmak Deltası kıyı şeridinde su ve midye örneklerinde petrol kirliliği İTÜ Dergisi Su Kirlenmesi Kontrolü, 17, 15-22.

Ünlü, S. And Alpar, B. 2009. Hydrocarbon Contamination in Sediment Offshore Yeşilirmak River, Black Sea, Turkey. Proceedings of the Ninth International Conference on the Mediterranean Coastal Environment MEDCOAST09, E. Özhan (Ed.), 13-17 Nov, Sochi, Russia.

Ünlü, S., Alpar, B., Aydın, Ş. (2009). Spectrofluorometric Characterization of Aromatic Hydrocarbon Contamination in the Sediment from the Zonguldak Industrial Region, Black Sea, Turkey. Fresenius Environmental Bulletin, 18(4), 480-486.

Wakeham, S.G. (1996). Aliphatic and polycyclic aromatic hydrocarbons in Black Sea sediments. Marine Chemistry, 53(3-4), 187-205.

Water runoff, sediment transport and related impacts in the southeastern black sea rivers | Request PDF. Available from: https://www.researchgate.net/publication/275331681_Water_runoff_sediment_transport_and_related_impacts_in_the_southeastern_black_sea_rivers [accessed Oct 17 2018].

Windom, H.L., Tankere-Muller, S.P. C., Guieu, C., Coquery, M., Campbell, M., and Horvat, M. 1998. In: Black Sea Pollution Assessment, Black Sea Environmental Series, vol. 24, pp. 83-102 (L.D. Mee and G. Topping, Eds.), United Nations Publications, New York.

Yiğiterhan, O., & Murray, J.W. (2008). Trace metal composition of particulate matter of the Danube River and Turkish rivers draining into the Black Sea. Marine Chemistry, 111, 63-76.

Zaitsev, Yu. & Mamaev, V.O. (1997). Biological diversity in the Black Sea: A study of change and decline, Black Sea Environmental Series, Vol. 3, United Nations Publishing, New York, 208 pages.

Zinke, A. (2003). Concept for the preparation of the Sava River Basin Management Plan 2004-2006, UNDP-GEF Danube Regional Project, Project Component 1.1-9, "Development of the Sava River Basin Management Plan", Draft 9 December 2003, Vienna.

BARTIN-GÜNYE ORMAN İŞLETME ŞEFLİĞİ KARBON DEPOLAMA KAPASİTESİ

Tuğrul Varol, Birsen Durkaya, Gönül Merve Şen Kul*

*Bartın İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, BARTIN

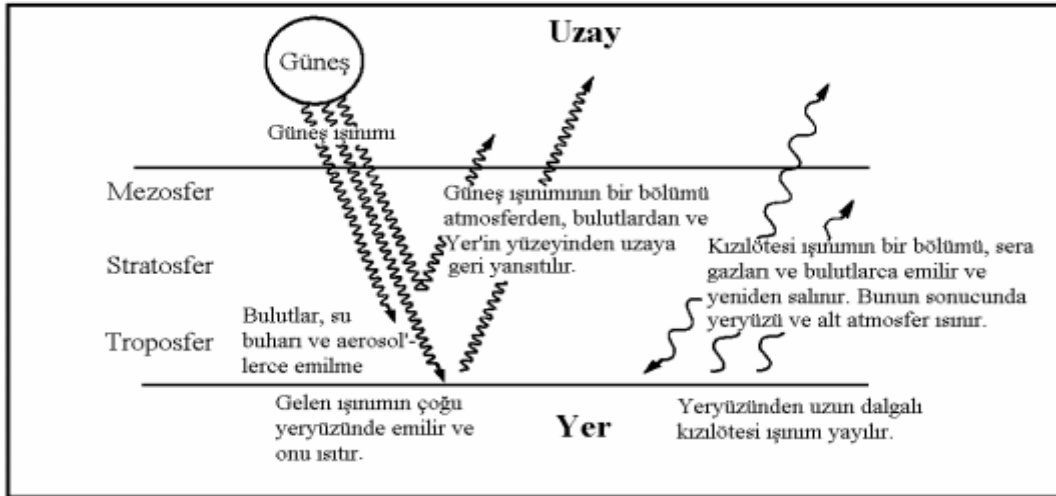
gmervesen@gmail.com

* Sorumlu Yazar

1. GİRİŞ

Ormanın sunduğu hizmetlerin en temeli barınma ve beslenmedir. Ayrıca ihtiyaç duyulan yapacak-yakacak orman emvalinin ve temiz havanın sağlanması, biyolojik çeşitliliğin korunması, peyzaj ve gürültüyü azaltma özellikleri ile insan psikolojisini rahatlatması, içilebilir temiz su kaynakları sağlanması ve küresel ısınmayı yavaşlatması gibi ormanların hizmetleri çeşitlenmektedir. Orman kaynaklarına olan taleplerin önem sırası ülkeden ülkeye hatta bölgeden bölgeye değişiklik gösterebilmektedir. Ancak son yüzyılda, doğal kaynakların tahrip edilmesi, küresel ısınma, çevre kirliliği ile dünyada ortaya çıkan ekolojik sorunlar ormanların üzerindeki baskıyı arttırmıştır (Durkaya-Durkaya, 2016a).

Ormanlar, dünya karasal sisteminde bitki örtüsü tarafından tutulan karbon miktarının büyük bir kısmını bünyesinde biriktiren ve bundan dolayı da hava kalitesini yükselten en önemli unsurlardan biridir (Polat ve ark., 2012). Ormanlar, hem diğer ekosistemlere oranla daha fazla CO₂ tüketmeleri hem de bağladıkları karbonu çok uzun süre bünyelerinde tutmalarından ötürü karasal ekosistemler içerisinde önemli bir yere sahiptir. Orman alanlarının azalması sebebiyle sera gazı salınımı artmaktadır. Doğal sera gazları dünya sıcaklığının yaşanabilir seviyede kalmasını sağlayarak sera etkisini oluşturur. Güneşten yeryüzüne ulaşan ışık enerjisi dünyaya ulaştığında, gelen güneş radyasyonunun bir bölümü atmosfer tarafından geri yansıtılır. Büyük bölümü, atmosferden geçerek yeryüzünü ısıtır. Gezegenimizin yüzeyi tarafından yukarıya salınan kızılötesi ısı enerjisinin büyük bölümü ise atmosferdeki su buharı, karbondioksit ve doğal olarak oluşan diğer “sera gazları” tarafından emilir. Bu gazlar enerjinin, yeryüzünden geldiği gibi doğrudan uzaya geçmesini engeller ve bu etki “Sera etkisi” olarak tanımlanır (Şekil 1). Doğal sera gazları dünyada yaşam için gereklidir. Zira Houghton (2001) atmosferde bulunan doğal sera gazlarının olmaması durumunda dünya sıcaklığının – 20 C⁰ seviyelerinde olacağını ifade etmiştir.



Şekil 1. Sera etkisinin Şematik gösterimi.(WHO 1996'ya göre Türkeş vd.,1999).

Ancak nüfus artışı ve kentleşmenin artmasıyla birlikte, fosil yakıtları tüketiminin yoğunluğuna bağlı olarak atmosferde Karbondioksit (CO₂), Karbon monoksit (CO), Azot oksitler (N₂O, NO), Metan (CH₄) ve Ozon (O₃) gibi gazların artmasıyla birlikte küresel olarak ısınma gerçekleşmektedir (Akın,2009). Küresel ısınmanın potansiyel sonucu ise normal olmayan iklimlerin yaşanması yani iklim değişikliğidir (Kanat ve ark., 2017).

Karbondioksit (CO₂) dünyanın küresel ısınması üzerinde etkili olan sera gazları arasında en önemli faktörlerden biridir. Atmosfer içerisinde asılı bulunan karbondioksit (CO₂) güneşten doğrudan gelen kısa dalgalı ışınları büyük ölçüde geçirirken, yeryüzünden yansıyan uzun dalgalı ışınları absorbe etmektedir. Bu nedenle, atmosferin alt kısımlarının ısınmasında etkin rol oynayan bir sera gazıdır. Bu önemli sera gazının atmosfer içerisindeki miktarının artmasında birinci derecede fosil yakıtların çeşitli alanlarda kullanımı etkin rol oynamaktadır. Bu kullanım atmosferde karbondioksit miktarını hızlı bir biçimde artırmaktadır. Karbondioksit miktarının artmasındaki ikinci önemli faktör arazi kullanım değişikliği, ormansızlaşma ve ormanlardaki aşırı tahribat olduğu söylenebilir (Öztürk, 2002; Gençay ve ark., 2018).

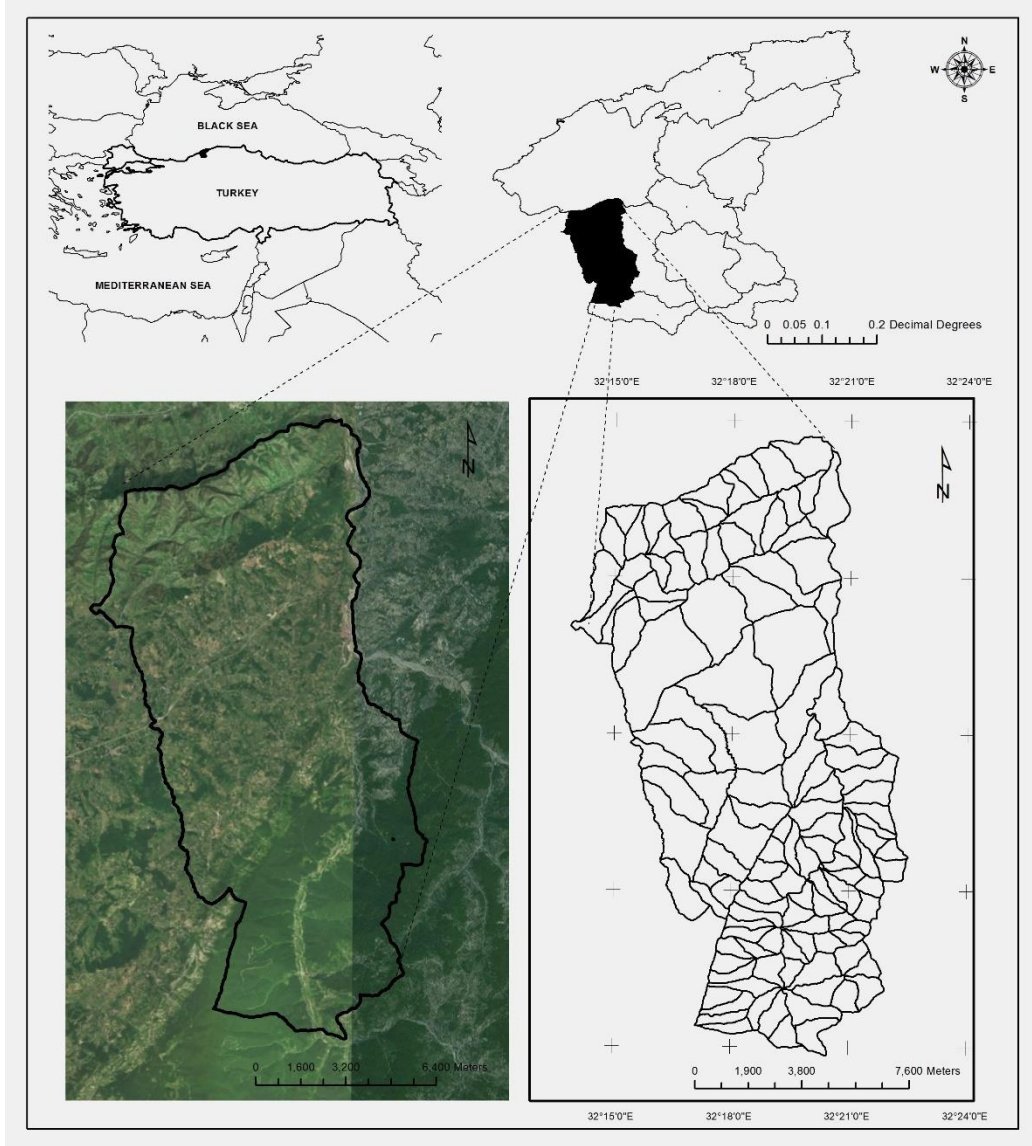
İklim değişikliğiyle mücadele kapsamında 1994 yılında yürürlüğe giren Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi gereği toplantıya katılan ülkeler; sera gazı emisyonlarını sınırlandırmak, sera gazı yutaklarını korumak ve geliştirmek, ayrıca, iklim değişikliğini önlemek için aldıkları önlemleri ve izledikleri politikaları bildirmek ve mevcut sera gazı emisyonlarını ve emisyonlarla ilgili verileri iletmekle yükümlüdürler (D.İ.B, 2018). Uluslararası anlaşmalar ve özellikle 2009 yılında taraf olduğumuz Kyoto protokolü kararları gereğince, Türkiye tarafından 2010 yılından itibaren Ulusal bildirimler ve Sera Gazı Envanterleri hazırlanmaya başlanmıştır. Bu amaçla Türkiye ormanlarının depoladığı karbon miktarları ve yıllık değişimlerinin belirlenmesi çalışmaları gerçekleştirilmektedir. Orman alanlarındaki tutulan karbon miktarının belirlenmesi, Hükümetler Arası İklim Değişikliği Panelinde (IPCC) geliştirilen Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık Uygulamaları (AKAKDO) kılavuzunda belirtilen 5 ana başlık altında yapılmaktadır. Bu başlıklar; ; ölü örtü ve organik toprak ile toprak üstü, toprak altı ve ölü odun olarak sınıflandırılmıştır (IPCC, 2004). Ormanlardaki karbon depolarının belirlenmesi için, ekosistem içindeki biyokütlenin bilinmesi gereklidir (Durkaya ve ark., 2017). Orman biyokütlesinin hesaplanmasında Biyokütle Genişletme Faktörleri Yöntemi (BEF), Allometrik Biyokütle Denklemleri Yöntemi (ABD) ve Uzaktan Algılama Yöntemi kullanılmaktadır (Okan, 2018). Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli'nde (IPCC) karbon stok değişimlerinin belirlenmesinde orman envanterinin kullanıldığı yöntemlerin kullanılması önerilmiştir (Coomes, ve ark., 2002). Orman envanterine dayalı karbon hesabı yapılırken, biyokütle genişletme faktörleri (BEF) kullanılarak dikili gövde hacminden toprak üstü ve altı karbon değerleri hesaplanmaktadır. BEF değerleri, dikili servetleri biyokütle veya dikili servet hacmini ticari olarak değerlendirilmeyen ve ağacın çeşitli kısımlarında (dal, yaprak, ibre, kabuk vs.) biriken biyokütleyle dönüştüren genişletme faktörü olarak tanımlanmaktadır (Milne ve ark., 1998; Schoene, 2002; IPCC, 2003; Okan, 2018). Biyokütle hesaplamalarında kesin verilere ulaşmak için, ağaçların kesilip her bir parçasının ağırlığını belirlemek en güvenilir yöntemdir. Ancak "Destructive Method" olarak ifade edilen bu yöntem aynı zamanda alanın tahribine de neden olabilmektedir (Ketterings ve ark., 2001). Bu işlem için alanın tamamıyla kesilmesi yerine örneklemeler üzerinden her ağaç türü için geliştirilen ve bölgeye ait matematiksel biyokütle modellerini kullanan, Allometrik Biyokütle Denklemleri (ABD) yaklaşımı tercih edilmektedir (Niklas ve Enquist, 2001; Vande Walle ve ark., 2005; Durkaya ve ark., 2016b; Güner ve Çömez, 2017).

Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü, Bartın Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Günye Orman İşletme Şefliği, meşcerelerin karbon depolama kapasitelerinin Allometrik Biyokütle Denklemleri (ABD) ve Biyokütle Genişletme Faktörleri (BEF) yardımıyla belirlenmesi ve kıyaslanmasının incelenmesi bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır.

2. MATERYAL

Araştırma konusu olarak seçilen alan; Bartın İli hudutlarında bulunmakta olup Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğüne (OBM) bağlı, Bartın Orman İşletme Müdürlüğü (OİM) sınırlarında yer alan, Günye Orman İşletme Şefliğidir (OİŞ) (Şekil 2).

Bölge, Greenwich başlangıç meridyenine göre: 410 33' 00''- 410 21' 00'' kuzey enlemleri ile 320 14' 30''- 320 22' 30'' doğu boylamları arasındadır. Plan ünitesi içinde 27 köy bulunmaktadır. Yerleşimlerin adları ve 2017 yılı itibariyle nüfusları Tablo 1'de gösterilmiştir. 2017 yılına toplam nüfus 14.370'dir (TUIK, 2017).



Şekil 2. Günye orman işletme şefliği

Tablo 1. Günye bölgesi köylerine ait 2017 yılı nüfus dağılımı

Ad	Nüfus	Ad	Nüfus	Ad	Nüfus
Bakraçboz	752	Ustaoğlu	380	Şirinköy	149
Ecikler	965	Sülek	734	Bedil	522
Akbaş	748	Karahüseyinli	592	Karayakup	278
Hasanefendi	467	Hacıhatipoğlu	310	Çaybükü	717
Bakioğlu	867	Yenihamidiye	409	Dırazlar	753
Ellibaş	739	Akıncılar	685	Şabankadı	489
Köyveri	369	Başoğlu	174	Yeşilyurt	467
Tasmacı	246	Karaoğlu	355	Uluköy	705
Celilbeyoğlu	328	Hıdırlar	752	Hocaoğlu	418

Plan ünitesinde 1/25.000 ölçekli eş yükselti eğrili paftalar kullanılmış ve Günye OİŞ'ne ait 2011 amenajman planından yararlanılarak çalışma hazırlanmıştır. Toprak üstü ve toprak altı biyokütle miktarını ve biyokütlerdeki karbon miktarlarının belirlenebilmesi için orman amenajman planlarındaki (OGM, 2011) verilerden yararlanılmıştır. Meşcere Tipleri Tanıtım Tablosundaki, meşcere tiplerine ait her türün çap sınıflarındaki ağaç sayıları ve o çap sınıfının orta çap değerlerinden ABD medodu ile hesaplama yapmak için yararlanılmıştır. Bölgede bulunan 2011 yılı amenajman planına ait mevcut meşcere tipleri Tablo 2'de verilmiştir. BEF hesapları için, Meşcere Tipleri tanıtım tablosundaki meşcere tiplerinin servetlerinden faydalanılmıştır. Bozuk meşcereler için ağaç türlerine ait çaplar verilmediği için yalnızca verimli orman alanları için hesaplamalar yapılmıştır. Çalışmada amenajman planındaki sayısal meşcere tipleri haritasından da faydalanılmıştır (Şekil 3).

Tablo 2: Günye orman işletme şefliği meşcere tiplerine ait bilgiler

Bölge adı	İşletme adı	Şeflik adı	Bölme no	Meşcere tipi	Yıl	Çevre	Alan
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	7	GnKnbc3	2011	9584.38	499304.58
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	30	Knc3	2011	33133.84	2338682.06
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	21	Knbc3	2011	7257.13	346322.54
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	25	Z	2011	813419.33	74336546.09
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	63	KnGnb3	2011	10018.62	646060.21
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	70	Kncd3	2011	39039.40	3158006.31
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	74	KnGnB	2011	53298.02	5543435.68
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	81	KnGnFnD	2011	2321.97	251033.75
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	114	KnGnKsA	2011	2238.56	242031.59
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	113	KnGnA	2011	4798.26	635500.70
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	85	KnB	2011	10975.12	1552040.89
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	86	KnGnB	2011	7659.38	971561.04
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	82	KnGnD	2011	19535.79	2245266.33
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	66	KnGnb3	2011	16380.05	817634.38
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	96	KnMIhD	2011	4226.73	378604.73
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	94	KnKsGnD	2011	5425.52	558100.97
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	91	GnIhKnA	2011	3828.23	351037.55
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	89	KnMGnD	2011	6225.37	573121.29
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	88	KnFnD	2011	2349.28	213526.12
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	106	KnDyD	2011	2453.82	309033.93
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	108	KnAkKsA	2011	2099.37	215357.00
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	119	KnGncd3	2011	47759.26	4570254.27
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	1	OT-1	2011	130787.28	4231865.74
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	6	İs	2011	214497.07	10507656.59
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	49	BÇs	2011	1338.25	36169.36
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	68	KnKsGnC	2011	3045.39	295151.38
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	55	GnDybc3	2011	12607.65	486253.86
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	47	Ku	2011	48510.58	2326751.65
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	52	GnMDyb3	2011	21729.97	955067.89
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	14	Su	2011	1049.49	81210.94
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	12	MGnbc3	2011	34393.52	1184008.18
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	42	Gnc3	2011	75882.54	2634788.82
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	15	BM	2011	66969.25	2508862.59
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	19	Ts	2011	502.66	10311.22
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	20	Mab3	2011	2077.48	45779.22

BARTIN-GÜNYE ORMAN İŞLETME ŞEFLİĞİ KARBON DEPOLAMA KAPASİTESİ

ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	18	Knbc3	2011	14337.31	811274.60
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	20	KnGnc3	2011	25985.80	1388339.11
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	25	Mb3	2011	13628.54	580333.73
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	27	Çkbc3	2011	6398.19	228812.12
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	29	KnMc3	2011	32953.01	1171950.34
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	34	BÇk	2011	12916.48	367516.24
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	38	BGn	2011	111569.61	3971873.44
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	69	KnlhGnD	2011	6140.99	558581.96
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	55	KnKscd3	2011	35094.31	3238256.51
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	111	KnKsD	2011	21290.21	2349353.28
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	53	KnDyb3	2011	5033.84	315184.50
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	64	ÇkMbc3	2011	16647.47	631016.12
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	50	GnMDybc2	2011	32681.52	1268064.92
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	48	KnDycd2	2011	6544.82	282219.88
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	76	Mbc3	2011	16928.99	780294.77
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	94	KsKnGnD	2011	2690.55	250098.09
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	76	KnGnlhD	2011	2250.96	216674.19
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	76	ÇnKzc2	2011	6226.74	250986.55
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	92	KnKsA	2011	7973.32	825146.36
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	91	KnGnFnA	2011	1909.64	132767.78
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	84	KnKsGnA	2011	2041.53	212176.67
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	100	KnKsB	2011	1367.10	120643.34
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	101	KnKsGnB	2011	1872.48	101734.71
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	110	KsVerimli	2011	2368.21	294711.32
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	112	KsVerimli	2011	1633.99	144118.34
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	88	KsGnFnD	2011	3802.66	193306.35
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	105	KnMD	2011	6319.98	653975.37
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	28	Çkab3	2011	42065.09	2318062.33
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	46	BÇn	2011	11811.21	626574.91
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	22	BKn	2011	34326.31	1370967.84
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	116	KnGnKsD	2011	4735.42	419759.54
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	100	KnGnDyD	2011	2091.33	223878.09
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	97	KnA	2011	13041.38	1342830.66
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	99	KsKnB	2011	2098.35	222054.53
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	79	KnlhC	2011	1752.00	173019.07
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	87	KnFnA	2011	2168.70	196648.75
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	105	KnC	2011	5677.53	410309.44
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	107	KsVerimli	2011	1974.36	175827.78
ZONGULDAK	BARTIN	GÜNYE	6	Mbc2	2011	2988.29	85350.80

3. METOD

Günye Orman İşletme Şefliğine ait 2011 amenajman planından yararlanılarak Allometrik Biyokütle Denklemleri (ABD) ve Biyokütle Genişletme Faktörleri (BEF) yöntemleri kullanılmıştır. ABD yönteminde; toprak üstü biyokütleyi belirlemek için, ağaç türlerine ait tek girişli ağaç biyokütle denklemlerinden yararlanılmıştır (Tablo 3). Biyokütle denklemleri bulunmayan türler için, iğne yapraklı

ve geniş yapraklı türlerin kendi aralarında ilgili çap değeri için vermiş olduğu biyokütle değerlerinin ortalaması alınarak hesaplamalara dâhil edilmiştir. Toprak altı biyokütle değerleri BEF yönteminde önerildiği şekliyle, toprak üstü biyokütle değerlerinin iğne yapraklı türler için 0.29 geniş yapraklı türler için 0.24 ile çarpılmasıyla belirlenmiştir (Tablo 4).

Tablo 3: Çalışmada kullanılan allometrik biyokütle denklemleri (TAB=Tüm Ağaç Biyokütle)

Ağaç Türü	Allometrik Biyokütle Denklemleri	Kaynaklar
Pinus brutia	$\ln(\text{TAB})=-1.92352+2.243357\ln(d)$	Durkaya vd.,2009a
Pinus nigra	$\text{TAB}=-106.55+10.61818d+0.100728d^2$	Durkaya vd.,2010
Pinus sylvestris	$\text{TAB}=-26.11437+0.436421d^2$	Durkaya vd.,2009b
Cedrus libani	$\text{TAB}=-37.21449-8.0832d+0.64481d^2$	Durkaya vd.,2013a
Abies bornmulleriana	$\text{TAB}=-24.7765+0.525998d^2$	Durkaya vd.,2013b
Quercus sp.	$\text{TAB}=-302.193+26.56569d$	Durkaya, 1998
Fagus orientalis	$\text{Log}(\text{TA})=2.8626+0.0124d-14.9099d^{-1}$	Saraçoğlu, 1992
Castanea sativa	$\text{TAB}=-376.794+28.7981d$	İkinci,2000

BEF yöntemiyle servete bağlı olarak hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. BEF Yönteminde kullanılan katsayılar için her ülkenin kendi değerlerini kullanması önerilmektedir (FRA, 2010). Türkiye olarak orman alanlarının planlanması 2008 yılından itibaren ekosistem tabanlı yaklaşımla yapılmaktadır. Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarında (ETFOP) önerilen yöntemle orman alanlarımızın biyokütle ve karbon hesaplamaları da yapılmaktadır. Bu kapsamda Tolunay (2011, 2012) ile Tolunay ve Çömez (2008) tarafından FRA 2010 esas alınarak geliştirilen BEF katsayıları kullanılmaktadır (OGM, 2014). Bu çalışmada ETFOP tarafından önerilen BEF katsayıları kullanılmıştır (Tablo 4).

Tablo 4: Çalışmada kullanılan BEF katsayıları

	İğne yapraklı	Geniş yapraklı
Toprak üstü biyokütle (TÜB)	DGHx0,446x1,212	DGHx0,541x1,31
Toprak üstü karbon (TÜK)	TÜB x 0,51	TÜB x 0,48
Toprak altı biyokütle (TAB)	TÜB x 0,29	TÜB x 0,24
Toprak altı karbon (TAK)	TAB x 0,51	TAB x 0,48
Toplam meşcere karbonu	TÜK+TAK	

Excel ortamında hesaplamalar yapılarak sonuçlara ulaşılmıştır (Tablo 5, Tablo 6). Sayısal ortamda olmayan hektardaki ağaç serveti verileri sayısal ortamdaki meşcere verileri ile eşleştirilerek ArcGIS 10.2 ile sayısallaştırılmıştır. Ayrıca hesaplanan biyokütle ve karbon miktarları meşcere tiplerine göre ArcGIS 10.2 ortamında haritalanmıştır.

4. BULGULAR

Çalışma sonucunda, Günye OİŞ'ne ait 2011 yılı amenajman planı verileri kullanılarak yapılan hesaplamalar sonucu iki yöntemle elde edilen sonuçlar Tablo 7'de verilmiştir.

Meşcerelerdeki biyokütle ve karbon hesaplamaları karşılaştırıldığında (Tablo 5), ABD yöntemi ile daha yüksek değerlerin belirlendiği görülmektedir. Meşcere toprak üstü karbon hesabında ibrelili, yapraklı ve karışık meşcereler için ABD yöntemiyle sırasıyla 3.552,6 ton, 214.054,5 ton ve 2.739,8 ton değerlerini vermektedir. BEF yöntemi ise 1.660,17 ton, 112.574,37 ton ve 1.349,39 ton meşcere toprak üstü karbon değerini vermiştir. Toprak altı meşcere karbon değerlerinde BEF yöntemine göre daha fazla karbon hesabı vermiştir. Meşcere toplamına bakıldığında ise yine ABD yönteminin BEF yöntemine göre üstün olduğu görülmektedir. Meşcerelerdeki toplam karbon değerlerine bakıldığında ABD yöntemiyle

273.544,856 ton karbon değeri bulunmakta ve bu değerin BEF yöntemiyle hesaplandığında 143.474,546 ton olduğu görülmüştür. Allometrik yöntemle göre aralarında %52,5 oranında fark belirlenmiştir. Elde edilen bulgularla oluşturulan karbon ve biyokütle haritaları şekil 3 ve 4’de sunulmuştur.

BARTIN-GÜNYE ORMAN İŞLETME ŞEFLİĞİ KARBON DEPOLAMA KAPASİTESİ

Tablo 5: BEF yöntemi ile excel'de hesaplama örneği

BEF	2001-2010 periyodu			TOPRAKÜSTÜ	TOPRAKALTI	TOPLAM	TOPLAM	TOPRAKÜSTÜ	TOPRAKALTI	TOPLAM	TOPLAM
	GÜNYE						(Ha)				(Ha)
Tüm alan servet (m3)	Meşcere tipi	Ağaç Türleri	SERVET	BİOKÜTLE	BİYOKÜTLE	BİYOKÜTLE	BİYOKÜTLE	KARBON	KARBON	KARBON	KARBON
4666,60	Çkab3	Çk	20,132	2522,538666	731,5362131	3254,074879	14,03828679	1286,49472	373,0834687	1659,578188	7,159526265
1355,47	Çkbc3	Çk	59,191	732,7041276	212,484197	945,1883246	44,74234571	373,6791051	108,3669405	482,0460455	22,71456392
26,45		Gn	1,155	18,74502515	4,498806035	23,24383118		8,99761207	2,159426897	11,15703897	
29,77		Ah	1,30	21,0982967	5,063591208	26,16188791		10,12718242	2,43052378	12,5577062	
34,14		Dy	1,49	24,19812337	5,807549609	30,00567298		11,61509922	2,787623812	14,40272303	
4894,73	ÇkMbc3	Çk	77,57	2645,856145	767,2982821	3413,154427	78,54733169	1349,386634	391,3221238	1740,708758	39,32545507
1541,47		M	24,43	1092,455133	262,1892319	1354,644365		524,3784638	125,8508313	650,2292951	
214,54		Ih	3,40	152,0466434	36,49119442	188,5378378		72,98238883	17,51577332	90,49816215	
1734,671	Knbc3	Kn	50,135	1229,378684	295,0508843	1524,429569	52,14801574	590,1017685	141,6244244	731,726193	25,03104755
147,569		M	4,265	104,583626	25,10007024	129,6836962		50,20014048	12,04803371	62,24817419	
170,924		Ks	4,94	121,135548	29,07253153	150,2080796		58,14506306	13,95481513	72,09987819	
14033,544	Knbc3	Kn	173,04	9945,712968	2386,971112	12332,68408	157,5267293	4773,942225	1145,746134	5919,688359	75,61283006
290,66		M	3,584	205,9953495	49,43888388	255,4342334		98,87776776	23,73066426	122,608432	
213,13		Ks	2,628	151,0479293	36,25150302	187,2994323		72,50300605	17,40072145	89,9037275	
46519,90	Knc3	Kn	198,803	32969,11975	7912,588739	40881,70849	180,488905	15825,17748	3798,042595	19623,22007	86,63467438
1539,25		M	6,578	1090,883285	261,8119884	1352,695273		523,6239768	125,6697544	649,2937312	
72710,13	Kncd3	Kn	230,314	51530,39609	12367,29506	63897,69115	228,8387454	24734,59012	5936,30163	30670,89175	109,8425978
2001,2223		M	6,339	1418,286256	340,3887015	1758,674958		680,777403	163,3865767	844,1639797	
7496,6122		Gn	23,746	5312,924032	1275,101768	6588,0258		2550,203535	612,0488485	3162,252384	
5346,8939	Knd2	Kn	133,339	3789,397176	909,4553222	4698,852498	126,9277782	1818,910644	436,5385547	2255,449199	60,92533352

BARTIN-GÜNYE ORMAN İŞLETME ŞEFLİĞİ KARBON DEPOLAMA KAPASİTESİ

Tablo 5 devam ediyor

BEF	2001-2010 periyodu			TOPRAKÜSTÜ	TOPRAKALTI	TOPLAM	TOPLAM	TOPRAKÜSTÜ	TOPRAKALTI	TOPLAM	TOPLAM
	GÜNYE						(Ha)				(Ha)
Tüm alan servet (m3)	Meşcere tipi	Ağaç Türleri	SERVET	BİOKÜTLE	BİYOKÜTLE	BİYOKÜTLE	BİYOKÜTLE	KARBON	KARBON	KARBON	KARBON
12767,1788	KnMc3	Kn	109,028	9048,227287	2171,574549	11219,80184	161,3644506	4343,149098	1042,355784	5385,504881	77,4549363
7845,3487		M	66,997	5560,077077	1334,418499	6894,495576		2668,836997	640,5208793	3309,357876	
889,2574		Gn	7,594	630,225612	151,2541469	781,4797588		302,5082937	72,6019905	375,1102842	
3657,006	KnGnb3	Kn	56,61	2591,756722	622,0216133	3213,778336	85,691827	1244,043227	298,5703744	1542,613601	41,1320769
527,136		M	8,16	373,5865546	89,66077309	463,2473277		179,3215462	43,03717109	222,3587173	
1916,682		Gn	29,67	1358,3717	326,0092081	1684,380908		652,0184161	156,4844199	808,502836	
198,322		Ak	3,07	140,5527846	33,73266831	174,2854529		67,46533662	16,19168079	83,65701741	
9616,878	KnGnbc3	Kn	117,279	6815,577607	1635,738626	8451,316233	152,2855637	3271,477252	785,1545404	4056,631792	73,0970705
665,348		M	8,114	471,5387811	113,1693075	584,7080885		226,3386149	54,32126758	280,6598825	
2383,002		Gn	29,061	1688,857347	405,3257634	2094,183111		810,6515268	194,5563664	1005,207893	
897,244		Ks	10,942	635,8857952	152,6125909	788,4983861		305,2251817	73,25404361	378,4792253	
148,174		lh	1,807	105,0123955	25,20297493	130,2153705		50,40594986	12,09742797	62,50337783	
498,97		Ak	6,085	353,6250287	84,87000689	438,4950356		169,7400138	40,73760331	210,4776171	
17363,1595	KnGnc3	Kn	125,185	12305,44477	2953,306745	15258,75151	149,2633691	5906,613489	1417,587237	7324,200727	71,6464171
340,9246		M	2,458	241,6166733	57,98800158	299,6046748		115,9760032	27,83424076	143,8102439	
5020,2465		Gn	36,195	3557,898897	853,8957353	4411,794632		1707,791471	409,8699529	2117,661424	
656,8832		lh	4,736	465,5396927	111,7295262	577,2692189		223,4590525	53,6301726	277,0892251	
176,8425		Ki	1,275	125,3300482	30,07921156	155,4092597		60,15842312	14,43802155	74,59644467	
80772,2896	KnGncd3	Kn	176,822	57244,12936	13738,59105	70982,72041	261,425543	27477,18209	6594,523703	34071,7058	160,550676
6465,0904		M	14,153	4581,874217	1099,649812	5681,52403		2199,299624	527,8319098	2727,131534	
44236,9688		Gn	96,841	31351,18216	7524,283718	38875,46588		15048,56744	3611,656185	18660,22362	
4414,5152		Ks	9,664	3128,611067	750,8666562	3879,477724		1501,733312	360,415995	1862,149307	
37973,9688	KnKscd3	Kn	117,276	26912,53143	6459,007543	33371,53897	220,6043856	12918,01509	3100,323621	16018,33871	103,441415

BARTIN-GÜNYE ORMAN İŞLETME ŞEFLİĞİ KARBON DEPOLAMA KAPASİTESİ

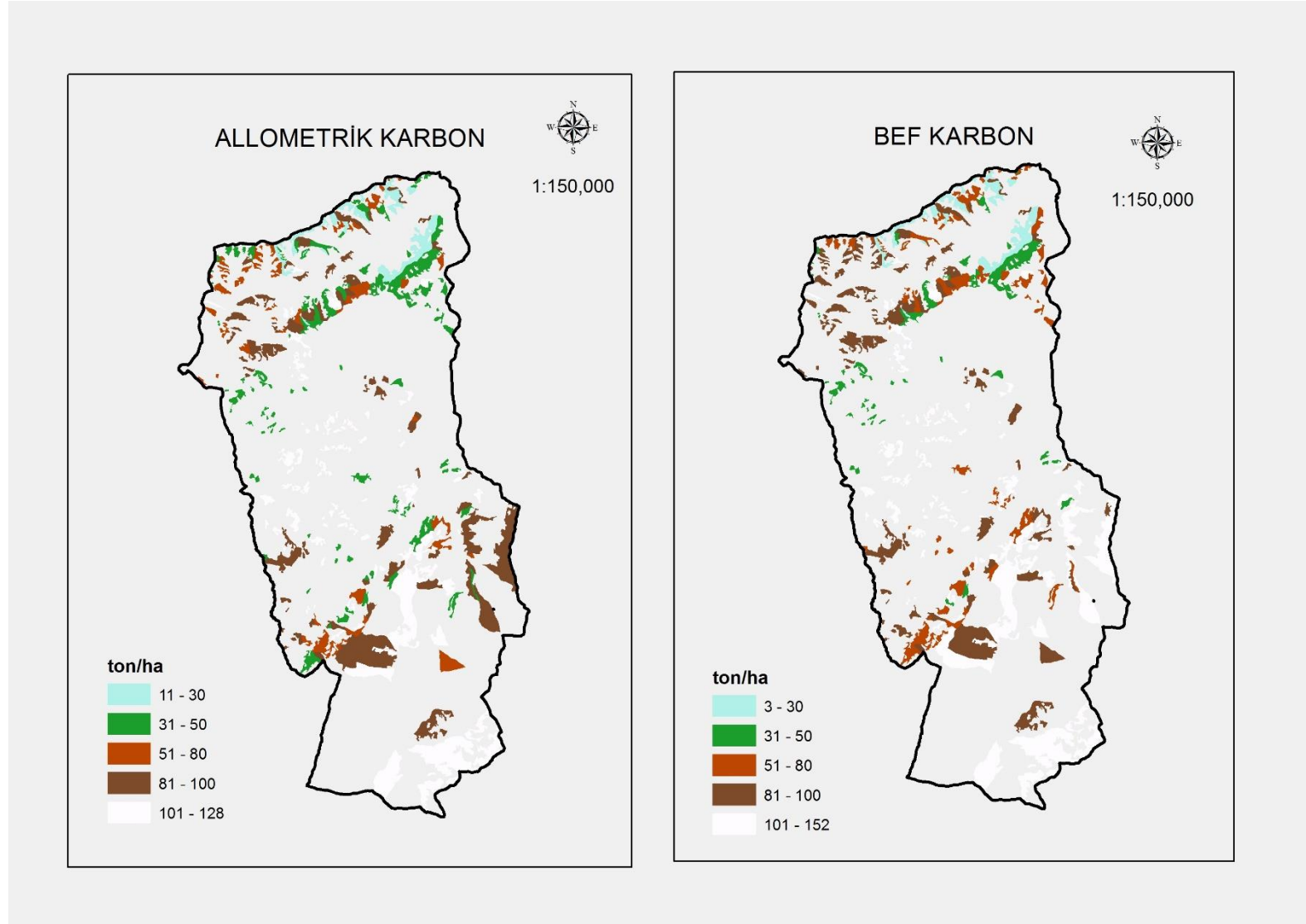
Tablo 6: ABD yöntemi ile excel’de hesaplama örneği

2011-2020 periyodu		GÜNYE																			
Meş.tipi	Alan	A Türü	I.ÇAP SINIFI 8-19,9(14)				II.ÇAP SINIFI 20-35,9(28)				III.ÇAP SINIFI 36,0-51,9(44)				IV.ÇAP SINIFI 52-59,9(56)				V.ÇAP SINIFI 60cm den büyük için 65 cm alındı		TOP.
			Sayı	Biyokütle(Kg)	Toplam tüm ağaç kuru ağırlık	Ağaç Sayısı	Biyokütle(Kg)	Toplam tüm ağaç kuru ağırlık	Ağaç Sayısı	Biyokütle(Kg)	Toplam tüm ağaç kuru ağırlık	Ağaç Sayısı	Biyokütle(Kg)	Toplam tüm ağaç kuru ağırlık	Toplam	Ağaç Sayısı	Biyokütle(Kg)	Toplam tüm ağaç kuru			
Çkab3	231,8	Çk	377	61,84	23313,68	6	269,72	1618,32		555,65	0		803,95	0	24932		938,97	0	24932		
Çkbc3	22,9	Çk	318	61,84	19665,12	127	269,72	34254,44		555,65	0		803,95	0	53919,56		938,97	0	57906,2		
		Gn	18	63,28	1139,04		449,39	0		978,46	0		1461,72	0	1139,04		1840,14	0			
		Ah	9	63,28	569,52		449,39	0		978,46	0		1461,72	0	569,52		1840,14	0			
		Dy	36	63,28	2278,08		449,39	0		978,46	0		1461,72	0	2278,08		1840,14	0			
ÇkMb3	63,1	Çk	642	61,84	39701,28	76	269,72	20498,72	5	555,65	2778,25		803,95	0	62978,25		938,97	0	86841,484		
		M	158	69,726	11016,70	24	441,649	10599,576		866,697	0		1185,486	0	21616,284		1344,88	0			
		lh		63,28	0	5	449,39	2246,95		978,46	0		1461,72	0	2246,95		1840,14	0			
Knb3	34,6	Kn	590	93,718	55293,62	10	476,972	4769,72		1178,103	0		1963,759	0	60063,34		2766,45	0	71852,505		
		M	45	69,726	3137,67	5	441,649	2208,245		866,697	0		1185,486	0	5345,915		1344,88	0			
		Ks		26,38	0	15	429,55	6443,25		890,32	0		1235,9	0	6443,25		1408,69	0			
Knbc3	81,1	Kn	773	93,718	72444,01	178	476,972	84901,016	9	1178,103	10602,92		1963,759	0	167947,95		2766,45	0	174948,40		
		M	19	69,726	1324,794	6	441,649	2649,894		866,697	0		1185,486	0	3974,688		1344,88	0			
		Ks	17	26,38	448,46	6	429,55	2577,3		890,32	0		1235,9	0	3025,76		1408,69	0			
Knc3	234	Kn	269	93,718	25210,14	227	476,972	108272,64	25	1178,103	29452,57	2	1963,759	0	162935,36		2766,45	0	166272,60		
		M	4	69,726	278,904	3	441,649	1324,947	2	866,697	1733,394	1	1185,486	0	3337,245		1344,88	0			
Kncd3	315,7	Kn	99	93,718	9278,082	151	476,972	72022,772	67	1178,103	78932,90	11	1963,759	21601,349	181835,10		2766,45	0	199413,30		
		M		69,726	0	3	441,649	1324,947	4	866,697	3466,788		1185,486	0	4791,735		1344,88	0			

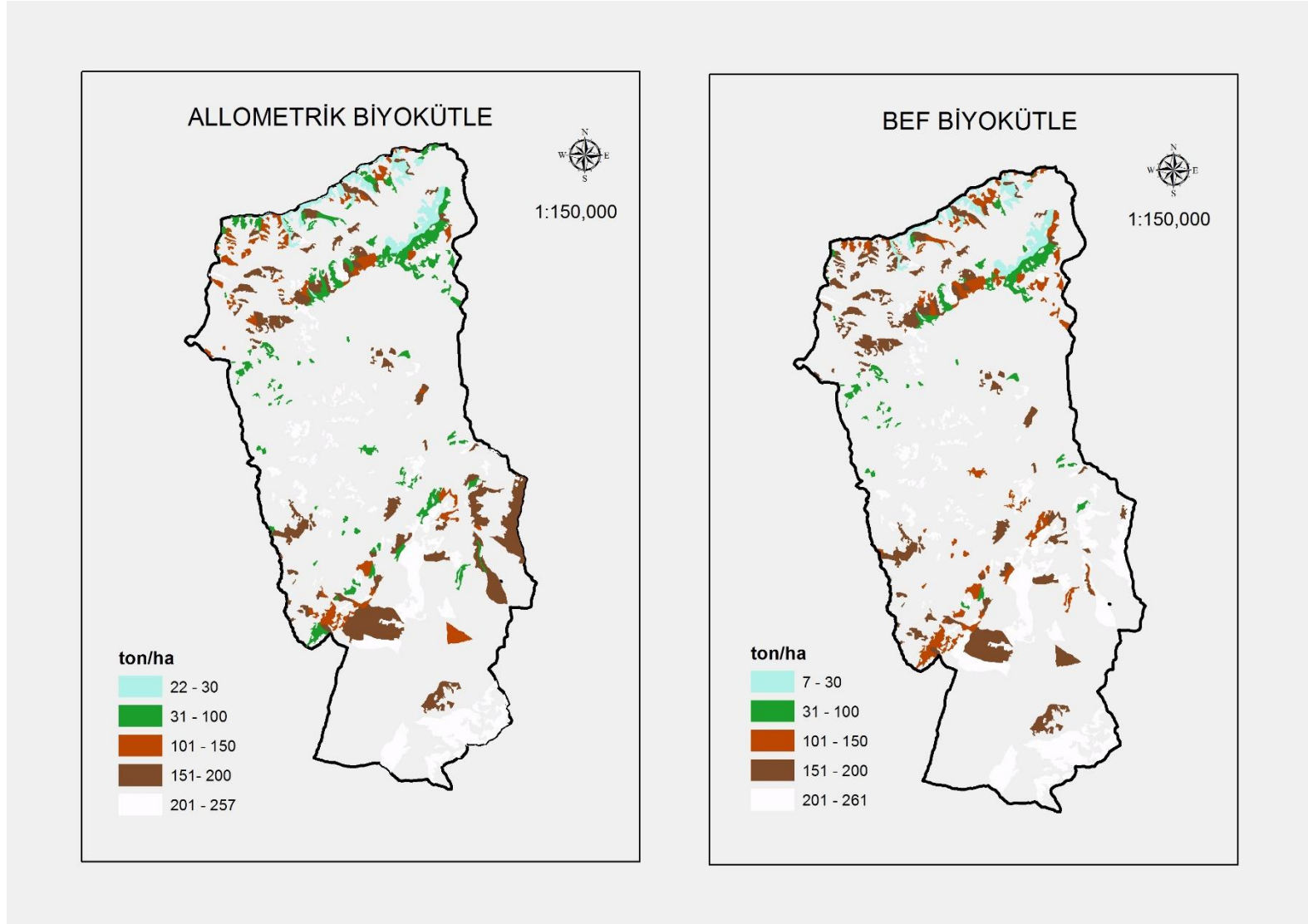
BARTIN-GÜNYE ORMAN İŞLETME ŞEFLİĞİ KARBON DEPOLAMA KAPASİTESİ

Tablo 6 devam ediyor

2011-2020 periyodu		GÜNYE																	
		I.ÇAP SINIFI 8-19,9(14)			II.ÇAP SINIFI 20-35,9(28)			III.ÇAP SINIFI 36,0-51,9(44)			IV.ÇAP SINIFI 52-59,9(56)			V.ÇAP SINIFI 60cm den büyük için 65 cm alındı			TOP.		
Meş.tipi	Alan	A Türü	Sayı	Biyokütle(Kg)	Toplam tüm ağaç kuru ağırlık	Ağaç Sayısı	Biyokütle(Kg)	Toplam tüm ağaç kuru ağırlık	Ağaç Sayısı	Biyokütle(Kg)	Toplam tüm ağaç kuru ağırlık	Ağaç Sayısı	Biyokütle(Kg)	Toplam tüm ağaç kuru ağırlık	Toplam	Ağaç Sayısı	Biyokütle(Kg)	Toplam tüm ağaç kuru ağırlık	
Knd2	40,1	Kn	40	93,718	3748,72	44	476,97	20986,768	39	1178,103	45946,017	11	1963,759	21601,349	92282,854		2766,45	0	97483,036
		M		69,726	0		441,64	0	6	866,697	5200,182		1185,48	0	5200,182		1344,88	0	
KnMc3	117	Kn	98	93,718	9184,364	131	476,97	62483,33	11	1178,103	12959,133	3	1963,75	5891,277	90518,106		2766,45	0	102523,05
		M	17	69,726	1185,342	101	441,64"	44606,54	11	866,697	9533,667		1185,48	0	2474,572		1344,88	0	
		Gn	19	63,28	1202,32	12	449,39	5392,68	3	978,46	2935,38		1461,72	0	9530,38		1840,14	0	
KnGnb3	64,6	Kn	540	93,718	50607,72	20	476,97	9539,44		1178,103	0		1963,75	0	60147,16		2766,45	0	102982,71
		M	60	69,726	4183,56	10	441,64	4416,49		866,697	0		1185,48	0	8600,05		1344,88	0	
		Gn	440	63,28	27843,2	10	449,39	4493,9		978,46	0		1461,72	0	32337,1		1840,14	0	
		Ak	30	63,28	1898,4		449,39	0		978,46	0		1461,72	0	1898,4		1840,14	0	
KnGnbc3	82	Kn	325	93,718	30458,35	143	476,97	68206,99	4	1178,103	4712,412		1963,75	0	103377,75		2766,45	0	157848,05
		M	11	69,726	766,986	15	441,64	6624,735		866,697	0		1185,48	0	7391,721		1344,88	0	
		Gn	97	63,28	6138,16	43	449,39	19323,77	4	978,46	3913,84		1461,72	0	29375,77		1840,14	0	
		Ks	7	26,38	184,66	14	429,55	6013,7	4	890,32	3561,28		1235,9	0	9759,64		1408,69	0	
		lh	11	63,28	696,08	4	449,39	1797,56		978,46	0		1461,72	0	2493,64		1840,14	0	
KnGnc3	138	Kn	126	93,718	11808,468	148	476,97	70591,85	14	1178,103	16493,442	5	1963,75	9818,795	108712,56		2766,45	0	154196,04
		M	10	69,726	697,26	5	441,64	2208,245		866,697	0		1185,48	0	2905,505		1344,88	0	
		Gn	80	63,28	5062,4	64	449,39	28760,96	2	978,46	1956,92		1461,72	0	35780,28		1840,14	0	
		lh	8	63,28	506,24	12	449,39	5392,68		978,46	0		1461,72	0	5898,92		1840,14	0	
		Ki		63,28	0	2	449,39	898,78		978,46	0		1461,72	0	898,78		1840,14	0	



Şekil 3: Günye orman işletme şefliğinin ABD ve BEF yöntemlerine göre karbon haritaları.



Şekil 4: Günye orman işletme şefliğinin ABD ve BEF yöntemlerine göre biyokütle haritaları.

Tablo 7: Allometrik Biyokütle Yöntemi (ABD) ve Biyokütle Genişletme Faktörleri (BEF) Yöntemine göre 2011 yılı biyokütle ve karbon stok miktarı

		ABD Yöntemi		BEF Yöntemi	
		Biyokütle (ton)	Karbon (ton)	Biyokütle (ton)	Karbon (ton)
Meşcere toprak üstü	İbrelî	7.105,3	3.552,6	3.255,24	1.660,17
	Yapraklı	428.108,9	214.054,5	234.529,93	112.574,37
	Karışık	5.479,7	2.739,8	2.645,86	1.349,39
	Toplam	440.693,9	220.347,0	240.431,0271	115.583,926
Meşcere toprak altı	İbrelî	2.060,53398	1.030,26699	944,0204101	481,4504092
	Yapraklı	102.746,144	51.373,0720	56.287,18	27.017,85
	Karışık	1.589,11232	794,5561579	767,2982821	391,3221238
	Toplam	106.395,79	53.197,8952	57.998,50146	27.890,6202
Meşcere Toplam	İbrelî	9.165,82356	4.582,91178	4.199,263204	2.141,62423
	Yapraklı	530.855,078	265.427,539	290.817,111	139.592,213
	Karışık	7.068,80996	3.534,40498	3.413,154427	1.740,70876
	Toplam	547.089,711	273.544,856	298.429,5286	143.474,546

5. TARTIŞMA-SONUÇ

Ormansızlaşmaya varabilen arazi kullanım değişikliği atmosfer içindeki CO₂ düzeyinin yükselmesinin sebeplerinden biridir (Gençay ve ark., 2018). Bunun yanında bozuk orman alanlarının verimli hale dönüşmesi, özellikle de göç sebebiyle bırakılan alanların orman alanlarıyla kaplanması biyokütle ve karbon birikimine olumlu etki etmiştir. (Değirmenci ve ark., 2016). Ayrıca orman alanlarının artırılması yada şimdiki kaynakların korunması ve iyileştirilmesi gibi önlemler alınarak karbon stoklarının artırılması sağlanabilir.

Ancak orman ekosistemlerinde biriken karbon, küresel iklim değişikliğinde büyük rol aldığından depolanan karbon miktarının gerçek değere en yakın sonuç veren yöntemle hesaplanması da oldukça önemlidir. Her iki hesaplama ile yapılan sonuçlar karşılaştırılmış ve Allometrik Biyokütle Denklemleriyle (ABD) yapılan hesaplamalarda depolanan karbon miktarının BEF yöntemine göre %52,5 oranında fazla değer verdiği belirlenmiştir.

Benzer bir araştırma örneğinde; Arıt, Amasra ve Kuruçayıle Orman İşletme Şefliklerine ait bölgelerde ABD ve BEF yöntemleri ile yapılan karbon değerlerine ait çalışma sonuçlarında da ABD yönteminin en iyi sonuçları verdiği anlaşılmaktadır (Okan, 2018).

Bir diğer araştırma örneğinde; planlama biriminin biyokütle miktarı belirlenirken meşcere servetlerinin Fırın Kurusu Ağırlıkları (FKA) ve Biyokütle Çevirme Faktörleri (BÇF) ile çarpılarak elde edilen biyokütle değeri yerine her bir ağaç türü için biyokütle denklemleri geliştirilmeli ve bu geliştirilen denklemler yardımıyla biyokütle hesaplanmalıdır. Ayrıca, her bir ağaç türü için karbon dönüşüm katsayısı geliştirilmeli ve ibrelî-yapraklı türler için kullanılan katsayılar yerine her ağaç türü için geliştirilen katsayılar kullanılmalıdır (Sivrikaya ve ark., 2012) denilmiştir.

Yapılan hesaplamalar da orman alanlarındaki karbon miktarı hakkında doğruya en yakın değeri veren yöntemlerin kıyaslanması sonucu Allometrik Biyokütle Denklemleriyle (ABD) daha fazla değer elde edildiği görülmektedir. Bu yüzden çalışmaların yapıldığı yöntemler büyük önem taşımaktadır.

6. KAYNAKÇA

Akın, G.(2009). Ekoloji-Çevrebilim ve Çevre Sorunları. Tidem Yayınları,; ISBN:978-605-4294-06-6, 305s.

Coomes D A, Allen R B, Scott N A, Goulding C, and Beets P, (2002). Designing systems to monitor carbon stocks in forests and shrublands, *For. Ecol. Manage.* 164 89–108

Değirmenci, A. S. ve Zengin, H., (2016). Ormanlardaki Karbon Birikiminin Konumsal ve Zamansal Değişiminin İncelenmesi: Daday Planlama Birimi Örneği.

Dış İşleri Bakanlığı (2018). BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, 30/05/2018 tarihinde: <http://www.mfa.gov.tr/bm-iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi.tr.mfa> adresinden alınmıştır.

Durkaya A., Durkaya, B. ve Ulu Say, Ş. (2016b). Below-and above ground biomass distribution of young Scots pines from plantations and natural stands. *BOSQUE*, 37(3): 509-518, 2016 DOI: 10.4067/S0717-92002016000300008.

Durkaya, B. ve Durkaya, A. (2016a). Hava Kirliliğinin Önlenmesinde Orman Biyokütlesi. ISEM2016, 3rd International Symposium on Environment and Morality, 4-6 November 2016, Alanya – Turkey. s. 188-195.

Durkaya, B., Varol, T., Arslan, Y. (2017). Allometrik Yöntemle Karbon Hesabı. I. International Scientific and Vocational Studies Congress. 5-8 Ekim 2017. Nevşehir. <https://drive.google.com/file/d/1Ng0oqQ0Moh-i0-Pia0BfxJxBFLTjuDqQ/view>.

FRA (2010). Country Report, Turkey, pp.37-39.

Gençay, G., Birben, Ü., ve Durkaya, B. (2018). Effects of legal regulations on land use change: 2/B applications in Turkish forest law. *Journal of Sustainable Forestry*, 37(8), pp.804-819.

Güner, S. T. ve Çömez, A. (2017). Biomass Equations And Changes in Carbon Stock in Afforested Black Pine (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) Stands in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(3), 2368-2379.

Houghton, J. T. (2001). Intergovernmental Panel on Climate Change. The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the IPCC. Cambridge: Cambridge University Press.

IPCC (2003). Good Practice Guidance For Land Use, Land-Use Change and Forestry. Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Hayama, ISBN: 4-88788- 003-0, 675 pp. 29/102008 tarihinde: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf.html> adresinden alındı.

IPCC (2004). Good Practice Guidance for Land Use, Land Use Change and Forestry. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme, Institute for Global Environmental Strategies, Japan.

Kanat, Z. ve Keskin, A., (2017), Dünyada İklim Değişikliği Üzerine Yapılan Çalışmalar ve Türkiye'de Mevcut Durum.

Ketterings, Q. M., Coe, R., Van Noordwijk, M., ve Palm, C. A. (2001). Reducing uncertainty in the use of allometric biomass equations for predicting above-ground tree biomass in mixed secondary forests. *Forest Ecology and management*, 146(1-3), 199-209.

Milne, R., Brown, T. A. W. ve Murray, T. D. (1998). The effect of geographical variation of planting rate on the uptake of carbon by new forests of Great Britain. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 71(4), 297-309.

Niklas, K. J. ve Enquist, B. J. (2001). Invariant scaling relationships for interspecific plant biomass production rates and body size. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(5), 2922-2927.

OGM (2014). Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajmanı Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar. OGM

Okan, E. (2018). Saf ve Karışık Meşçerelerde Karbon Depolama Kapasitelerinin Biyokütle Modelleri ve BEF Katsayıları Yardımıyla Tespitinin İncelenmesi, BÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.

Orman Bölge Müdürlüğü, (2011). “Fonksiyonel Orman Amenajman”, Sf 4.

Öztürk, K. (2002). Heyelanlar ve Türkiye'ye Etkileri. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22(2) 35-50

Polat, O., Polat, S. ve Akça, E. (2012). Küresel Isınmada Ormanların Karbon Tutulumuna Etkisi (Tarsus-Karabucak Örneği).

Schoene, D. (2002). Terminology in assessing and reporting forest carbon change. In Second expert meeting on harmonizing forest-related definitions for use by various stakeholders. FAO, Rome.

Sivrikaya, F. ve Bozali, N. (2012). Karbon Depolama Kapasitesinin Belirlenmesi: Türkoğlu Planlama Birimi Örneği.

Tolunay, D. (2011). Total carbon stocks and carbon accumulation in living tree biomass in forest ecosystems of Turkey. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 35(3), 265-279.

Tolunay, D. (2012). Türkiye'de ağaç servetinden bitkisel kütle ve karbon miktarlarının hesaplamasında kullanılabilir kat sayılar. "Ormancılıkta Sektörel Planlamanın 50.Yılı Uluslararası Sempozyumu" bildiriler kitabı s:240-251 Ankara, 2013.

Tolunay, D. ve Çömez, A. (2008). Türkiye ormanlarında toprak ve ölü örtüde depolanmış organik karbon miktarları. Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu Bildiri Kitabı, Hatay, 750-765.

TUIK (2017). Türkiye Nüfusu İl ilçe Mahalle Köy Nüfusları, 30/05/2018 tarihinde: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr> adresinden alınmıştır.

Türkeş, M., Sümer, U. M. ve Çetiner, G. (1999). İklim değişikliğinin bilimsel değerlendirilmesi. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları, Çevre Bakanlığı, Çevre Kirliliğini Önleme ve Kontrol Genel Müdürlüğü, 52-66.

Vande Walle, I., Van Camp, N., Perrin, D., Lemeur, R., Verheyen, K., Van Wesemael, B. ve Laitat, E. (2005). Growing stock-based assesment of the carbon stock in the Belgian forest biomass. Ann.For.Sci. 62, 853-864.

BİYOYAKITLAR

Gülçin Yıldız *

** Iğdır Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 76000 Iğdır*

gulcn86@gmail.com

** Sorumlu Yazar*

1. GİRİŞ

Yüksek gaz fiyatları, petrol rezervlerinin azalması ve küresel ısınma biyoyakıtlara olan ilgiyi artırmaktadır. Ancak, biyoyakıtlar gerçekten petrol ürünlerinin yerini tutabilir mi? ve çevre için fosil yakıtlardan daha mı iyidir? literatürde biyoyakıtlar hakkında farklı görüşler bulunmaktadır. Biyoyakıt destekçileri, biyoyakıtların çevre, mevcudiyet ve ekonomi açısından benzin için uygun bir alternatif olduğunu kabul ediyorlar. Haluzan (2010), biyoyakıtların fosil yakıtlara göre çok daha çevre dostu olan yenilenebilir enerji kaynakları olduğunu belirtmektedir, çünkü biyoyakıtlar fosil yakıtlara kıyasla sera gazı emisyonlarını önemli ölçüde azaltmaktadır. Makalelerinden birinde farklı biyoyakıt türlerini karşılaştırıyor. İkinci nesil biyoyakıtların (gıda dışı ürünlerden yapılan) birinci nesil biyoyakıtlardan (şeker, nişasta, bitkisel yağ veya hayvansal yağlardan yapılan) daha çevre dostu olduğuna dikkat çekiyor. Analizlerine göre, birinci nesil biyoyakıtlar fosil yakıtlara kıyasla% 60'a kadar karbon emisyonu tasarrufu sağlayabilirken, ikinci nesil biyoyakıtlar bu sayıyı% 80'e kadar çıkarmaktadır. Ayrıca Hill ve ark. (2006), atık biyokütleden üretildikleri takdirde selülozik etanol gibi biyoyakıtlarının, gıda bazlı biyoyakıtlardan çok daha fazla malzeme ve çevresel fayda sağlayabileceğini belirtmektedir. Biyoyakıtların çevresel avantajları hakkında Pandey (2009), biyoyakıtların yakıldığında çok daha az sülfür ve ağır metaller ürettiklerini ve bunun da asit yağmuru azalmasına katkıda bulunduğunu söylüyor.

Biyoyakıtların bu çevresel avantajına ek olarak, Haluzan (2010), tedarikin mevcudiyeti ve güvenliği ile ilgili biyoyakıtların bir başka avantajını ifade etmektedir. Petroldeki sürekli yüksek talebin petrol fiyatlarında artışa yol açtığını ve aynı zamanda belirli tedarik sorunlarına yol açtığını kabul ediyor. Biyoyakıtlar, ithal gerekmesizin, yurtiçinde yetiştirilebilir ve üretilebilir. Bu nedenle sürekli tedarik sağlarlar. Biyoyakıt üretimi, özellikle gelişmekte olan ülkeler için, artan petrol ithalat faturalarının azaltılması bakımından rafine edilmiş petrol ürünlerine bağımlı birçok ülke için çok avantajlı olabilir.

Demirbaş (2009), biyoyakıtların ekonomik avantajları hakkında argümanları daha da ileri götürerek, petrol fiyatlarındaki artışın devam etmesi ile birlikte, yakın gelecekte biyoetanol E85'in (% 15 etanol ile% 85 etanol karışımı) petrolden daha ucuz olabileceğini öne sürmektedir. Bu nedenle, biyoyakıt, benzin fiyatlarında dengeleyici bir unsur haline gelecek ve bu durum, büyük fiyat dalgalanmalarının belirsizliğini önleyerek, tüketiciler ve genel olarak ekonomi için daha iyi koşullara yol açacaktır. Ayrıca, üçüncü ülkelerden ithal edilen yakıtın yerini doğrudan alan ve dolayısıyla dış bağımlılığı azaltan yerel biyoyakıt kullanımında belirgin avantajlar bulunduğundan söz etmektedir. Buna ek olarak, biyoyakıtların kullanılmasının tarımda ve biyoyakıtların üretimi ve tedariğinde iş alanı yarattığını kabul ediyor.

Biyoyakıtların literatürde öne sürülen tüm avantajlarına rağmen, biyoyakıtların da bazı eksiklikleri var. Hill ve ark. (2006), biyoetanol ile% 5 oranında bir petrolün yer değiştirmesinin Avrupa Birliği'nde gıda ürünlerinin% 5 oranında yer değiştirmesini gerektirdiğini belirtmektedir. Gelişmiş ülkelerde bu bir sorun olmayabilir, ancak gelişmekte olan ülkelerde yoksulluğun altında yaşayan birçok insanın gıdaların yerlerinden edilmesinin bir krize yol açabilir. Hill ve meslektaşlarının görüşlerine ek olarak, Scacchi ve ark. (2010) benzer bir görüşe sahip ve ilk nesil biyoyakıtların ciddi bir sorun olduğunu açıkça belirtmektedirler. Neredeyse 1 milyar insanın aç olduğu dünyada, gıdadan yakıt üretmenin doğru bir şey olup olmadığı sorusu kesinlikle etik meseleyi artırıyor. Biyoyakıt karşıtı olan Balat ve Oz (2009) de biyoetanol üretimi için en büyük sorunun üretim için gerekli hammadde varlığı olduğunu söyleyerek Scacchi ve ark. (2010) ile aynı görüşleri savunmaktadır. Pek çok insanın biyoyakıt üretimine karşı

olmasının nedeni budur, çünkü yüksek kazançtan ziyade gıda üretimi yakıt üretiminden daha önemli olmalıdır.

2. BİYOYAKITLAR

Gelecek yıllar ciddi enerji sıkıntısı ve yüksek enerji fiyatları getirecektir, çünkü gaz ve petrol kaynakları her geçen gün azalmaktadır. Dünya enerji ihtiyacının % 88'i petrol, doğal gaz, kömür ve nükleer enerji gibi yenilenemeyen enerji kaynakları tarafından sağlanmaktadır. Geriye kalan% 12'si rüzgar, güneş ve hidroelektrik gibi diğer yenilenebilir enerji kaynakları tarafından sağlanmaktadır (Haluzan, 2010). Biyoyakıtlar, hidroelektrik güç ve dalga enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynakları, enerji talebimizin geleceği açısından önemli bir rol oynamaktadır (Pandey, 2009). Çünkü yenilenebilir enerji tüketilemez. Buna ek olarak, fosil yakıtlarla karşılaştırıldığında yüksek miktarda sera gazı üretmezler (Bir sera gazı, termal kızılotesi aralığında radyasyon emen ve yayan bir atmosferde bir gazdır. Bu işlem, sera etkisinin temel nedenidir) (Hill ve ark., 2006).

Petrol ve kömür gibi fosil yakıtlardan ziyade tarımsal bitkilerden üretilen biyoyakıtlar, sera gazı emisyonlarının azaltılması ve metropol alanlarında hava kalitesinin iyileştirilmesi gibi belirgin avantajlara sahiptir (Demirbaş, 2009). Araştırmalar biyoyakıtın çevre, kullanılabilirlik ve ekonomi açısından benzine uygun bir alternatif olduğunu göstermektedir.

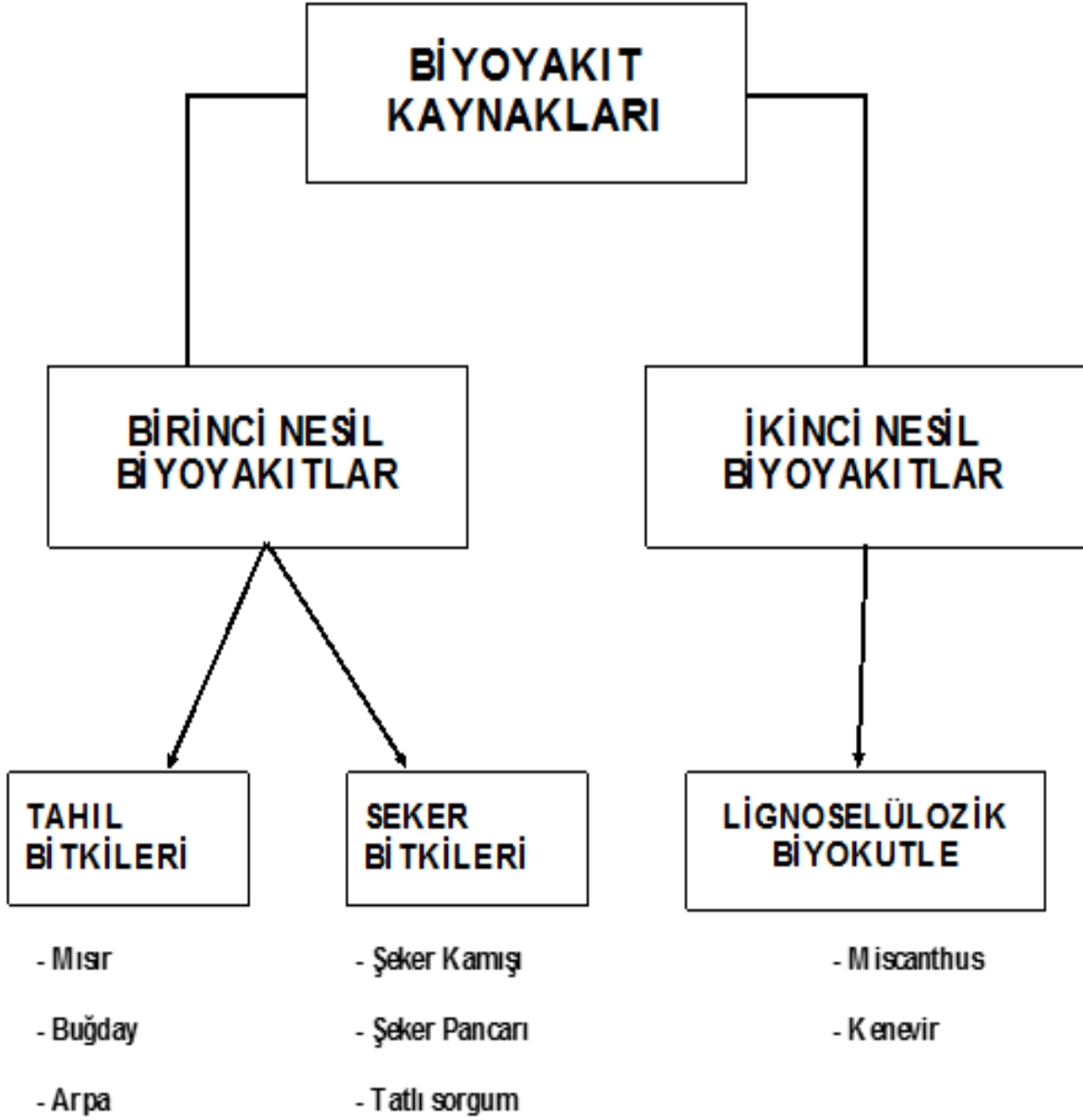
2.1. Biyoyakıt üretimi

Biyoyakıtlar, yüksek oranda şeker içeren veya nişasta yahut da selüloz gibi şekere dönüştürülebilir bileşenlerden üretilmektedir. İsimlerinden de anlaşılacağı üzere, şeker pancarı ve şeker kamışı doğal şeker içerir. Mısır, buğday ve arpa gibi mahsuller kolayca şekere dönüştürülebilir nişasta içerir. Çoğu ağaç ve ot, aynı zamanda şekere de dönüştürülebilir selülozdan yapılmıştır (Hill ve ark., 2006).

Genel olarak, biyoyakıtların çoğu özellikle biyoetanol aşağıdaki dört adım kullanılarak üretilir:

1. Etanol bitkileri daha kolay işlenmesi için öğütülür,
2. Şeker, öğütülmüş materyalden çözülür veya nişasta/selüloz şekere dönüştürülür,
3. Şeker ile beslenen, yan ürünler olarak etanol ve karbondioksit üreten mikroplar ve
4. Etanol saflaştırılır.

Bitkilerin özelliklerini düşünürsek, biyoyakıt üretimi iki gruba ayrılabilir. Bu gruplar: 1. nesil biyoyakıtlar ve 2. nesil biyoyakıtlardır. Aralarındaki fark, ikinci nesil biyoyakıtın, mısır veya şeker kamışı gibi gıda ürünlerinden ziyade selülozik biyokütleden üretilmesidir. Gıda ürünleri şeker kaynağı olarak kullanılmadığından, ikinci nesil biyoyakıt üretimi daha sürdürülebilir ve gıda üretimi üzerinde daha az etkiye sahiptir.



Şekil 1. Biyoyakıt Kaynakları (RFA, 2011)



Şekil 2. Mısır



Şekil 3. Buğday



Şekil 4. Arpa



Şekil 5. Şeker Kamışı



Şekil 6. Şeker Pancarı



Şekil 7. Tatlı sorgum



Şekil 8. Miscanthus



Şekil 9. Kenevir

2.2. Biyoyakıtların Avantajları

Karbondioksit gazı, sera etkisi ve küresel ısınmaya yol açan başlıca faktördür. Fosil yakıtların (doğal gaz, kömür, petrol ve benzin) yanması, atmosferdeki karbondioksit seviyesini artırır. Akıllı enerji kullanımı, fosil yakıtlara olan talebi ve küresel ısınmayı azaltır (Demirbaş, 2009). Biyoyakıt daha az hava kirliliğine neden olur ve karbon dioksit ya da kükürt ve azot dioksit yaymazlar. (Bitkiler, fotosentez yaparlar. Biyokütleyi yaymak için atmosferden CO₂ ve topraktan su çıkarmak için güneşten enerji kullanırlar. Biyolojik yakıt üretmek için biyoyakıt kullanıldığında ve biyoyakıt, bir yakıt olarak yakıldığında, CO₂ gazı atmosfere geri döner. Bu nedenle, biyoyakıt CO₂ emisyonunu azaltmak için yararlıdır). Bu nedenle, biyoyakıt kullanımı sera gazlarının emisyonunu yılda 128 milyon ton azaltmaya yardımcı olabilir (Hill ve ark., 2006).

Biyoyakıtların benzine alternatif olarak kullanılması aşağıdaki nedenlerden dolayı faydalıdır:

2.2.1. Biyoyakıt çevre için iyidir

Biyoyakıt çevre için benzinden daha iyidir. Etanol yakıtlı araçlar daha düşük karbon monoksit ve karbon dioksit emisyonları üretir. Ayrıca, aynı veya daha düşük seviyede hidrokarbon ve azot emisyonu oksitleri üretirler.

E85 (% 85 etanol ve% 15 benzin karışımı) aynı zamanda benzinden daha az uçucu bileşene sahiptir. Bu, buharlaşmadan daha az emisyon sağladığı anlamına gelir. % 10 etanol ve% 90 benzin (E10) gibi daha düşük oranlarda benzine etanol eklenmesi, benzinden karbon monoksit emisyonlarını azaltır ve yakıt oktanını geliştirir (RFA, 2011).

2.2.2. Biyoyakıt yaygın olarak erişilebilir ve kullanımı kolaydır

Esnek yakıtlı araç (EYA), genellikle etanol ile harmanlanmış benzinle birden fazla yakıtla çalışacak şekilde tasarlanmıştır. E85 kullanan esnek yakıtlı araçlar oldukça yaygındır. Ek olarak, E85, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki hemen her istasyonda yaygın olarak kullanılabilir.

Sürücülerin, en kolay ve en uygun olan yakıtı seçebilme esnekliğine sahip olmaları, E85, benzin veya ikisinin bir kombinasyonunu kullanabilmelerinin önemli bir avantajıdır (RFA, 2011).

2.2.3. Biyoyakıt ekonomi için iyidir

Biyoyakıt üretimi çiftçileri desteklemekte ve yerel iş imkanı sağlamaktadır. Buna ek olarak, etanol yabancı yağa bağımlılığı azaltır ve enerji bağımsızlığını artırır, çünkü etanol yerel olarak ve yerel olarak yetiştirilen ürünlerden üretilir (RFA, 2011).

“Yenilenebilir Yakıtlar Standardı ülke çapında 200.000'den fazla iş yaratacak ve ABD çiftlik gelirini yılda 6 milyar dolar artıracak” - ABD Senatörü Chuck Hagel, 14 Şubat 2003

2.3. Biyoyakıt ve Benzinlerin Karşılaştırılması

Biyoyakıtın benzine alternatif olarak kullanılmasının avantajlarını anlamak için biyoyakıt ve benzini mevcudiyet, çevre ve ekonomik durumlar açısından karşılaştırmak mümkündür.

2.3.1. Biyoyakıtların Erişilebilirliği

Amerika Birleşik Devletleri'nde hemen hemen her istasyonda yaygın olarak E85 (% 85 etanol ve% 15 benzin karışımı) bulunmaktadır. Buna ek olarak, fiyat açısından benzinden çok daha ucuzdur. Temiz Şehirler Alternatif Yakıt Fiyat Raporu'na göre, benzin ve etanol (E85) fiyatları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 1. Genel Ortalama Yakıt Fiyatları

Yakıt	Fiyat
Benzin	\$ 3.04 (gallon basına)
Etanol (E85)	\$2.82 (gallon basına)

(Temiz Şehirler Alternatif Yakıt Fiyat Raporu, 2010)

Biyometanol üretimi ile ilgili büyük bir problemin, üretim için hammaddelerin mevcudiyeti olduğunu söyleyen bazı görüşler vardır. (Balat ve Öz, 2009). Çünkü insanlar biyoyakıt kaynağı olarak gıda kullanmak istemiyorlar. Hill ve ark. (2006), biyometanol ile % 5 oranında bir petrolün yer değiştirmesinin AB'de gıda ürünlerinin % 5 oranında yer değiştirmesini gerektirdiğini belirtmektedir. Daha önceden de belirtildiği gibi, biyoyakıtlar sadece gıda ürünlerinden değil aynı zamanda ikinci nesil biyoyakıt olarak adlandırılan lignoselülozik biyokütleden de üretilmektedir. İkinci nesil biyoyakıtlardan elde edilen biyoyakıtları üretmek için, insanların ürünlerini kullanması gerekmiyor. Gıda atığı, kağıt,

tahta hatta çöp gibi çok farklı kaynaklar kullanabilir. Yani, hiçbir zaman yemeğinizi boşa harcamazsınız, aksine, bu tür atıkları kullanarak ve bertaraf ederek çevreye katkıda bulunarak şehirlerinizi temiz tutarsanız.

2.3.2. Biyoyakıtların çevresel avantajları

Biyoyakıtlar, fosil yakıtlardan çok daha çevre dostu olan yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Çünkü biyoyakıtlar, fosil yakıtlara kıyasla sera gazı emisyonlarını önemli ölçüde azaltır. Sera etkisinin en önemli kaynağı karbondioksit gazıdır. Fosil yakıtlar yakıldığında atmosfere daha fazla karbondioksit yayarlar. Bu nedenle, bu etkiye katkıda bulunurlar. Öte yandan, biyoyakıtlar büyümek için karbon dioksiti emen bitkilerden yapılırlar. Biyoyakıt kullanmak, halihazırda mevcut olan karbondioksiti geri dönüştürür. Dahası, etanol geleneksel petrol bazlı benzinden daha yüksek bir oksijen yüzdesi içerir. Bu nedenle, etanol petrol bazlı benzinden daha fazla yanar ve petrol bazlı yakıtların yakılması gibi küresel ısınmaya katkıda bulunmaz. Kısaca kirliliği ve sera gazı emisyonlarını azaltır (Bailis ve Baka, 2011).

Buna ek olarak, biyoyakıt türleri (birinci ve ikinci nesil biyoyakıtlar) düşünüldüğünde, ikinci nesil biyoyakıtların (gıda dışı ürünlerden yapılmış), birinci nesil biyoyakıtlardan (şeker, nişasta, bitkisel yağ veya hayvansal yağlardan yapılmış) daha çevre dostu olduğu görülür (Haluzan, 2010). Analizlere göre, birinci nesil biyoyakıtlar fosil yakıtlara kıyasla % 60'a kadar karbon emisyonu tasarrufu sağlayabilirken, ikinci nesil biyoyakıtlar bu sayıyı % 80'e kadar çıkarmaktadır. Biyoyakıtların çevresel avantajları hakkında Pandey (2009), biyoyakıtların yakıldığında çok daha az sülfür ve ağır metaller ürettiklerini ve bunun da asit yağmuru azalmasına katkıda bulunduğunu söylüyor. Aksine, fosil yakıtlar yakıldığında önemli miktarda sülfür ve diğer ağır metaller yayarlar. Bu nedenle asit yağmuruna katkısı çok yüksektir.

2.3.3. Biyoyakıtların ekonomik avantajları

Biyoeetanol ve benzini ekonomik durum açısından karşılaştırsak, biyoeetanolün avantajları benzene kıyasla ağır basmaktadır. Biyoeetanol, iş alanı yaratmakta ve yabancı enerji kaynaklarına olan bağımlılığı azaltmaya yardımcı olmaktadır (Demirbaş, 2009). Çalışmalar, mevcut benzin kullanımının % 25'i kadar etanol üretmenin ekonomiye yaklaşık 200 milyar dolar ekleyeceğini ve bir milyon yeni iş sahası yaratacağı tahmin edilmektedir (Hill ve ark., 2006).

Demirbaş (2009) da biyoyakıtların ekonomik avantajları hakkında bazı argümanlar belirtmektedir. Petrol fiyatlarındaki artışın sürmesi ile birlikte, yakın gelecekte biyoeetanol E85'in (% 15 benzinle % 85 etanol karışımı) petrolden daha ucuza gelebileceği varsayılmaktadır. Bu nedenle, biyoyakıt, benzin fiyatlarında dengeleyici bir unsur haline gelecek ve bu durum, büyük fiyat dalgalanmalarının belirsizliğini önleyerek, tüketiciler ve genel olarak ekonomi için daha iyi koşullara yol açacaktır. Tüketici araçları için Amerikan petrol tüketiminin yaklaşık % 45'i benzin yakıtı olarak kullanılmaktadır. Petrol bazlı benzin yerine etanol kullanımı, ithal edilen petrol ve petrol ürünlerindeki bölgesel bağımlılığın azaltılmasına yardımcı olur. ABD milyonlarca galon rafine benzin ithal ediyor. ABD'de etanol kullanıldığı takdirde, dış ülkeye bağımlılık azaltılarak ekonomi güçlendirilebilir (Pandey, 2009). Hill ve ark. (2006), üçüncü ülkelerden ithal edilen yakıtın yerini doğrudan alan ve dolayısıyla dış bağımlılığı azaltan yerel biyoyakıt kullanımının açık avantajlarının olduğunu belirtmektedir. Ayrıca, biyoyakıtların kullanılmasının tarımda ve biyoyakıtların üretimi ve tedarikinde iş olanığı yarattığına inanıyorlar. Yerel çiftçiler, etanol tarafından desteklenmektedir. Yerel pazarlar, mısır ve şeker kamışı gibi mevcut yenilenebilir kaynaklardan etanol üretmektedir. Etanol aldığımızda, paranız, ekinleri ve yakıtı üreten rafinerileri üreten yerel çiftçilere gidiyor. Öte yandan, benzin aldığımızda, petrol şirketlerinin karlarını ve yabancı ülkeye gidecek parayı artırırsınız.

3. SONUÇ

Atmosferdeki karbondioksit seviyesi her 20 yılda bir % 10'dan fazla artmaktadır. Karbondioksit emisyonları mevcut oranlarda artmaya devam ederse, atmosferdeki gazın seviyesi 21. yüzyılda muhtemelen iki katına çıkacak, hatta üç katına çıkacaktır (Bailis ve Baka, 2011).

Zararlı etkileri azaltmak için, fosil yakıtlara bağımlılığı azaltarak ve yenilenebilir enerji kullanımını artırarak sera gazı emisyonlarını azaltmak ve küresel ısınmayı yavaşlatmak için harekete geçmek çok önemlidir (Demirbaş, 2009).

Hem çevre hem de ekonomi için giderek artan bir endişe ile biyoyakıtlar önemli bir konu haline gelmiştir. Nişasta bitkileri, şeker bitkileri ve lignoselülozik malzemelerden türetilen nihai ürün çevre dostu, toksik olmayan, daha temiz ve diğer doğal yakıtlara göre daha verimlidir. Biyoyakıt aynı zamanda doğal ısınma yakıtından önemli ölçüde daha az maliyetli olduğu için doğal yakıtlara alternatif olarak popülerlik kazanmaktadır (Hill ve ark., 2006).

4. KAYNAKÇA

Bailis, R. & Baka, J. 2011, "Constructing Sustainable Biofuels", Governance of the Emerging Biofuel Economy, vol. 101, no. 4, pp. 827-838.

Balat, M. & Oz, C. 2009, "Combustion Efficiency Impacts of Biofuels", Energy Sources Part A: Recovery, Utilization & Environmental Effects, vol. 31, no. 7, pp. 602-609.

Demirbas, A. 2009, "Biofuels securing the planet's future energy needs", Energy Conversion & Management, vol. 50, no. 9, pp. 2239-2249.

Haluzan, N. 2010, "Automotive fuels from biomass via gasification", Fuel Processing Technology, vol. 91, no. 8, pp. 866-876.

Hill, J., Nelson, E., Tilman, D., Polasky, S. & Tiffany D. 2006, "Refining sweet sorghum to ethanol and sugar: economic trade-offs in the context of North China", Bioresource technology, vol. 96, no. 9, pp. 985-1002.

Pandey, A. 2009, "Potential contribution of bioethanol fuel to the transport sector of Vojvodina", Renewable & Sustainable Energy Reviews, vol. 13, no. 8, pp. 2197-2200.

Renewable Fuel Association (RFA) (January 25, 2011). Ethanol Facts. Retrieved from <http://www.ethanolrfa.org/pages/ethanol-facts>.

Scacchi, C.C.O., González-García, S., Caserini, S. & Rigamonti, L. 2010, "Greenhouse gases emissions and energy use of wheat grain-based bioethanol fuel blends", Science of the Total Environment, vol. 408, no. 21, pp. 5010-5018.

Soetaert, W. & Vandamme, E. J. (2009). Biofuels. United Kingdom: John Wiley & Sons, Ltd.

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ ÖĞRENCİLERİNİN KÜRESEL ISINMAYA YÖNELİK BİLGİ VE FARKINDALIK DÜZEYLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Metin DEMİR*, Ahmet Mesut CANER, Emir CANATAN

**Atatürk Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Yakutiye, Erzurum*

metin@atauni.edu.tr

** Doç. Dr. Metin DEMİR*

1. GİRİŞ

Çevre sorunları, dünyanın yüz yüze kaldığı en önemli sorunlardan birisidir. Bununla birlikte kamunun bu tehdidi nasıl algıladığı ile ilgili henüz yeterli bir bilgi elde mevcut değildir. Oysa küresel ısınma, iklim değişikliği ve diğer çevre sorunları gibi konuları kamunun gündemine dahil etmek için, öncelikle kamunun çevresel konulara yönelik görüş, bilgi ve değer yargılarının bilinmesi gereklidir (Yılmaz, ve ark., 2012). Küresel çevre problemlerinin dünya dengesi üzerindeki olumsuz etkileri göz önüne alındığında, bu problemlerle ilgili olarak gerekli bilinçlendirmenin yapılması oldukça önemlidir (Ayvacı ve Çoruhlu, 2009).

Başlar (1992)'e göre, 1972'de Stockholm'de düzenlenen Birleşmiş Milletler (BM) Çevre Konferansı'nda yayınlanan çevre bildirisini uluslararası çevre hukukunun başlangıcı olarak kabul edilmektedir (İncekara ve Tuna 2010).

Canlı yaşamının temel bileşenleri olan hava, toprak ve su kirlenmiş; ozon tabakası incelmış; iklimlerde değişimler gözlenmeye başlamıştır. İklim değişikliği; hava, toprak ve su kirliliğinden çok farklı bir yapıda gerçekleşmektedir. Ozon tabakasının incelmesinde olduğu gibi bu sorunun oluşmasında tüm insanlığın katkısı olmuştur ve en önemlisi bu problemde tüm insanlık etkilenmektedir. Bu yönüyle, iklim değişikliği diğer çevre sorunlarından çok farklı bir özelliğe sahiptir ve hiçbir şekilde tek başına bir ülke tarafından çözülemeyecek niteliktedir. Ülkeler bu konuda ortak hareket edebilmek amacıyla, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ni (BMİDÇS) geliştirmişlerdir. Sözleşme, ülkelerin 2000 yılına kadar olan yükümlülüklerini kapsamaktadır. 2008-2012 dönemi için yükümlülükler ise, Sözleşme'nin Kyoto Protokolü'yle düzenlenmiştir. 2005 yılında başlayan ve 2009 yılında sonuçlandırılması beklenen süreçte de, 2012 sonrası için iklim değişikliğiyle mücadele hedefleri belirlenecektir (Anonim 2008; Yayar, ve ark., 2014).

Sanayi devriminin ardından toplumların refah seviyeleri ve insanların yaşam kaliteleri gün geçtikçe artmıştır. Bu artış, 20. yüzyılda yüksek oranlarda enerji ve hammadde ihtiyacını da beraberinde getirmiştir. Isınma, ulaşım ve enerji üretimi gibi faaliyetleri gerçekleştirebilmek için kullanılan kömür ve petrol ağırlıklı yakıtlar (fosil yakıtlar) çevre sorunlarının başlıca sebebi olmuştur. Bu yakıtların yanma işlemleri sonucu büyük miktarda karbondioksit (CO₂) kontrolsüz bir şekilde atmosfere salınarak atmosferin doğal sera etkisini kuvvetlendirmiş, bu da atmosferin ısı tutma kapasitesini yükseltmiştir (Sevim ve Ünlüönen, 2010).

Küresel ısınma, sera gazı emisyonlarındaki artışlara bağlı olarak küresel ortalama yüzey sıcaklıklarında artışları ifade etmektedir. Küresel ısınmanın en önemli sebebi atmosferde sera etkisi yapan Karbondioksit (CO₂), Metan (CH₄), Nitrozoksit (NO₂) gibi sera gazı emisyonlarındaki hızlı artıştır. Karşılaştırılabilir bir zaman periyodunda gözlenen tabii iklim değişikliğine ilave olarak doğrudan veya dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan etkileri neticesinde iklimde oluşan bu değişiklik de iklim değişikliği olarak tanımlanmaktadır (Demircioğlu, ve ark., 2015; Anonim 2011).

İklim değişikliği ve çevre olgusu sadece ekolojik olaylardan ibaret olmayıp aynı zamanda, ekonomi, enerji, sanayi yatırımları, sosyal hayat ve hukuk ile doğrudan ilgilidir. Bugün gelinen nokta itibarıyla iklim değişikliği; fiziksel ve doğal çevre başta olmak üzere hayatımızın her safhasını etkilemektedir (Prato, 2008; Kılıçaslan, 2010.; Anonim 2012; Ogbo, ve ark., 2013; Yayar, ve ark., 2014)

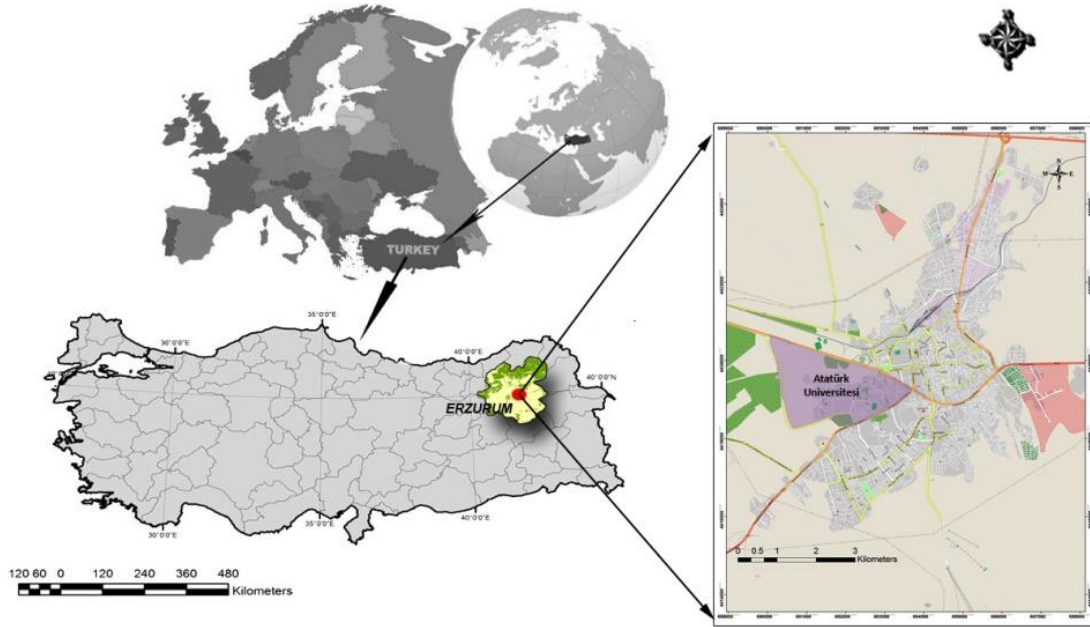
Demirci ve ark. (2002)'e göre; İklim değişimi birçok atmosfer bileşeninin karşılıklı etkileşimi sonucunda meydana gelmektedir. Bileşenlerden birinde meydana gelen bir değişiklik zamanla diğerine sıçramakta ve bu etki, bir zincirin halkaları gibi, bir süre sonra ekosistemin tüm bileşenlerine yayılmaktadır. İnsanoğlu bu zincirin halkaları ile daha yakından ilişkili olduğu için çok daha önceleri başlayan bu iklim değişimini fark edememiştir. Ancak özellikle son 50 yılda, iklimin diğer yıllara göre anormal olarak değiştiğini gösteren pek çok gösterge ortaya çıkmıştır. (Karakuyu, 2002.)

Bu çalışmada, Atatürk Üniversitesi, fakültelerinde öğrenim gören öğrencilerinin "Küresel Isınma ve İklim Değişikliği" hakkında bilgi düzeylerinin kendi bakış açılarından değerlendirilmesini hedeflemektedir. Bununla birlikte, öğrencilerin iklim değişikliği ile mücadele çabalarını içeren politikalar ile küresel ısınmanın etkilerinin Erzurum kenti özelinde değerlendirilerek etkileri azaltmak veya ortadan kaldırmak için alınabilecek tedbirleri belirlemeye çalışmak çalışmanın diğer amacını oluşturmaktadır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Çalışmanın materyalini, Atatürk Üniversitesi, bünyesinde hizmet veren 21 fakültelerinde öğrenim gören öğrencilerden oluşturmaktadır. 2015-2016 eğitim ve öğretim döneminde, Açıköğretim Fakültesi dışında Atatürk Üniversitesi bünyesindeki 21 fakültede lisans ve önlisans düzeyinde örgün eğitim yapılan öğrencisi sayısı toplam 42133 kişidir. Çalışma ile ilgili lokasyon haritası Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Atatürk Üniversitesi yerleşkesi

2.2. Metot

Çalışma kapsamında literatür taraması ve yüz yüze anket çalışması yöntemlerinden yararlanılmıştır. Çalışma sürecinde 381 öğrenci ile yüz yüze anket çalışması uygulanmıştır. Anket

sayısının belirlenmesinde Alptekin ve ark. (2001) hesaplama tekniği kullanılmıştır. Araştırmada % 95 güven aralığında, $\pm\%5$ hata payı ile 381 yüz yüze anket çalışması gerçekleştirilmiştir.

$$n = Nz^2 \frac{pq}{Nd^2 + z^2 pq} \text{ (Aptekin ve ark 2001).}$$

n= Örnek büyüklüğü,

z= Güven katsayısı (1.96),

p= Ölçmek istediğimiz özelliğin kütlede bulunma ihtimali (çalışmada 0,6 olarak alınmıştır),

q= 1-p (1-0.6),

d= Göreli hata (çalışmada 0.05 (% 5) olarak alınmıştır),

N= Ana kütle büyüklüğü (110.000)

$$n = 42.133 \times (1.96)^2 \times (0.6) \times (0.4) / 42.133 \times (0.05)^2 + (1.96)^2 + (0.6) \times (0.4)$$

$$n = 381$$

Anket uygulanan öğrencilerin dağılımında okulların öğrenci sayısı temel alınmıştır. Örneğin; öğrencisi en fazla olan Edebiyat Fakültesi toplam sayının % 17.1'ni oluşturduğundan, anket uygulanacak toplam öğrenci sayısının % 17.1'i bu okuldan seçilmiştir. Çalışma 2015 yılı Aralık ayı içerisinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma; kapsam ve yöntemin belirlenmesi, konuya ilişkin bilgilerin toplanması ve anket sorularının hazırlanması, anketin uygulanması ve verilerin değerlendirilmesi şeklinde yürütülmüştür (Mansuroğlu, 2002; Yılmaz, ve ark., 2012).

Anket üç kısımdan meydana gelmektedir. Bunlar:

1. Küresel ısınma - İklim değişikliği farkındalığının belirlenmesi ile ilgili sorular
2. İklim değişikliği ile mücadele çabaları ve politikalar ile ilgili sorular
3. Erzurum kenti ve küresel ısınmanın etkileri ile ilgili sorulardan oluşmaktadır.

Anketlerden elde edilen sayısal verilerin analizi bilgisayar ortamında SPSS 17 programında değerlendirilmiş, istatistikî sonuçlar sayı ve yüzdelik hesaplar ile gösterilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırmaya katılan Atatürk Üniversitesi öğrencilerinin demografik özelliklerini belirlemek üzere frekanslarına bakılmış, sonuçlar Tablo.1'de gösterilmiştir. Ankete katılan kişilerin çoğunluğunu 18-25 yaş arası (% 89,5), bayan (%60,6), bekâr (% 97,4), Edebiyat fakültesi (% 17,1), dördüncü sınıf (%31,2) öğrencisi olduğu görülmektedir.

Tablo 1. Ankete katılan bireylerin demografik özellikleri

	Değişkenler	N (frekans)	Yüzde (%)
Yaş	0-18	17	4,5
	19-25	341	89,5
	26-40	23	6,0
Cinsiyet	Erkek	150	39,4
	Bayan	231	60,6
Medeni hal	Evli	10	2,6
	Bekar	371	97,4
Okuduğu Fakülte	Diş Hekimliği Fakültesi	6	1,6
	Eczacılık Fakültesi	5	1,3
	İletişim Fakültesi	16	4,2
	Veterinerlik Fakültesi	5	1,3
	Hukuk Fakültesi	14	3,7
	Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu	9	2,4
	Sağlık Bilimleri Fakültesi	14	3,7
	Fen Fakültesi	8	2,1
	Oltu Yer Bilimleri Fakültesi	5	1,3
	Mimarlık ve Tasarım Fakültesi	5	1,3
	Su Ürünleri Fakültesi	5	1,3
	Edebiyat Fakültesi	65	17,1
	Turizm Fakültesi	9	2,4
	Spor Bilimleri Fakültesi	5	1,3
	İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi	45	11,8
	İlahiyat Fakültesi	27	7,1
	Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi	48	12,6
	Mühendislik Fakültesi	50	13,1
	Tıp Fakültesi	17	4,5
	Ziraat Fakültesi	15	3,9
Güzel Sanatlar Fakültesi	8	2,1	
Sınıf	1. Sınıf	95	24,9
	2. Sınıf	74	19,4
	3. Sınıf	89	23,4
	4. Sınıf	119	31,2
	5. Sınıf	4	1,0

Katılımcıların yaşam alanları incelendiğinde, katılımcıların (% 29,9) oranında 3-5 yıl arasında Erzurum'da ikamet ettiği, (% 85,3) oranında apartman dairesinde yaşadığı ve (% 53) oranında Yakutiye ilçe sınırları bulunduğu anlaşılmaktadır (Tablo 2).

Tablo 2. Ankete katılan bireylerin yaşam alanları

	Değişkenler	N (frekans)	Yüzde (%)
Erzurum'da Oturma Süresi	3 yıldan az	84	22,0
	3-5 yıl	114	29,9
	6-10 yıl	73	19,2
	10-15 yıl	15	3,9
	16-20 yıl	10	2,6
	20 yıldan fazla	22	5,8
	Tüm yaşam süresince	63	17,2
Konut Tipi	Müstakil ev	39	10,2
	Apartman dairesi	325	85,3
	Dubleks daire	11	2,9
	Gecekondu ev	5	1,3
	Diğer	1	0,3
Kentte Yaşadığı Yer	Yakutiye	202	53
	Aziziye	37	9,7
	Palandöken	142	37,3

Ankete katılan öğrencilere, anketin (A) bölümünde “Küresel Isınma-İklim Değişikliği farkındalığının belirlenmesine yönelik olarak 26 madde olarak hazırlanan soruları, beş noktalı bir ölçeğe göre değerlendirmeleri istenmiştir.

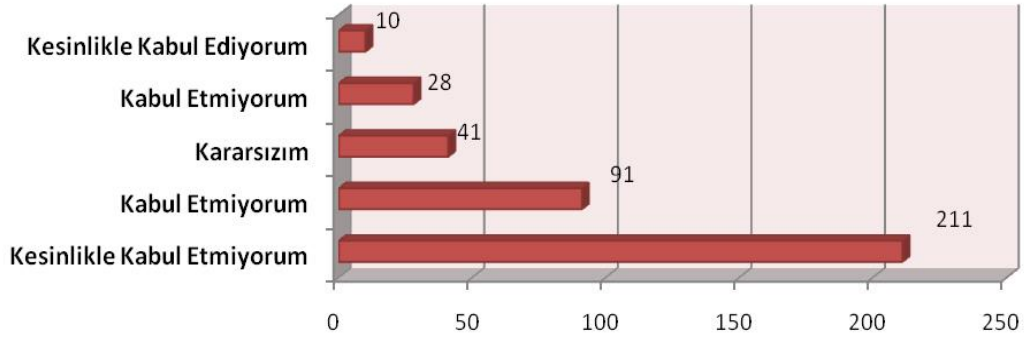
Bu ölçekte; “1- Kesinlikle kabul etmiyorum”, “2- Kabul etmiyorum”, “3-Kararsızım”, “4- Kabul ediyorum”, “5- Kesinlikle kabul ediyorum” şeklinde ölçütlere ayrılmıştır. Öğrencilerin görüş sorularına verdiği cevaplar Tablo 3. ve 4.’de verilmiştir.

Tablo 3. Küresel ısınma ve iklim değişikliği farkındalığının belirlenmesi (A1)

A1 BÖLÜMÜ	Kesinlikle Kabul Etmiyorum	Kabul Etmiyorum	Kararsızım	Kabul Ediyorum	Kesinlikle Kabul Ediyorum
1) Küresel ısınma ve İklim değişikliği sorun değil, doğal bir eğilimdir ve müdahale edilemez.	% 55,4	%23,9	% 10,8	%7,3	%2,6
2) Küresel ısınma ve İklim değişikliği, ABD ve Avrupa Birliği tarafından dayatılan bir komplo teorisidir.	% 29,9	%24,7	%22,3	% 19,9	%3,1
3) Bireysel olarak, Küresel ısınma ve İklim değişikliği etkileriyle meydana gelen değişimlerden	% 42,0	%26,0	%21,5	%7,3	%3,1
4) Şayet, Küresel ısınma ve iklim değişikliği olsa bile azaltılmasına veya durdurulmasında bireysel olarak katkıda bulunamam bir şey değiştirmez	% 50,7	%23,6	% 13,6	%8,1	%3,9
6) Küresel ısınma ve iklim değişikliği; günümüzde kullanılan kimyasal maddeler sonucunda atmosferde meydana gelen değişimler, dünyanın daha çok ısınması, hava sıcaklığının normalin altında veya üstünde olmasıdır.	% 3,1	%10,5	% 11,5	%29,7	%45,1
7) Fosil yakıtların kullanılması, ormansızlaşma, çarpık kentleşme, endüstrileşme vb. İnsan etkinlikleri küresel ısınma ve iklim değişikliği neden	%3,1	%5,8	% 11,5	%32,3	%47,2
8) Küresel ısınma ve iklim değişikliği, dünyanın ve ülkemizin karşılaştığı en ciddi sorunlardan biri olarak görülmelidir.	%5,0	%8,4	% 13,1	%27,8	%45,7
9) Küresel ısınma ve iklim değişikliği ile ilgili endişe ve ilgi duyuyorum.	%1,6	%7,1	% 11,8	%39,6	%39,9

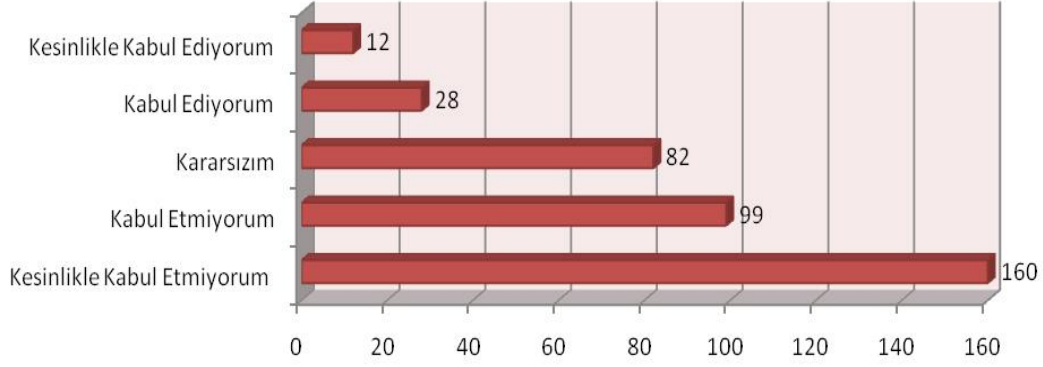
10) Küresel ısınma ve iklim değişikliği insanlığı tehdit eder.	%1,8	%5,5	%7,9	%32,8	%52,0
11) Küresel ısınma ve iklim değişikliği insanlar kadar bitkiler ve hayvanlar için de ciddi bir tehdittir.	%0,8	%3,9	%10,2	%27,0	%58,0
12) Küresel ısınma ve iklim değişiminden dolayı bazı canlı türlerinin soyu tükenmektedir.	%2,4	%3,4	%12,3	%28,3	%55,5
13) Küresel ısınma ve iklim değişikliği ile orman yangınları mevsimi erken başlayacak ve orman yangınlarında artışlar olacaktır.	%1,6	%6,8	%14,4	%32,8	%44,4
14) Karbon monoksit, küresel ısınma ve iklim değişikliği ne en fazla katkıda bulunan gazdır.	%1,8	%4,7	%26,2	%29,1	%38,1

“Küresel ısınma ve İklim değişikliği sorun değil, doğal bir eğilimdir ve müdahale edilemez” görüşüne katılımcıların % 55,4’ü (211 kişi) tarafından kesinlikle kabul edilmemiş iken, %2,6’ı (10 kişi) tarafından kabul edilmiştir (Şekil 2).



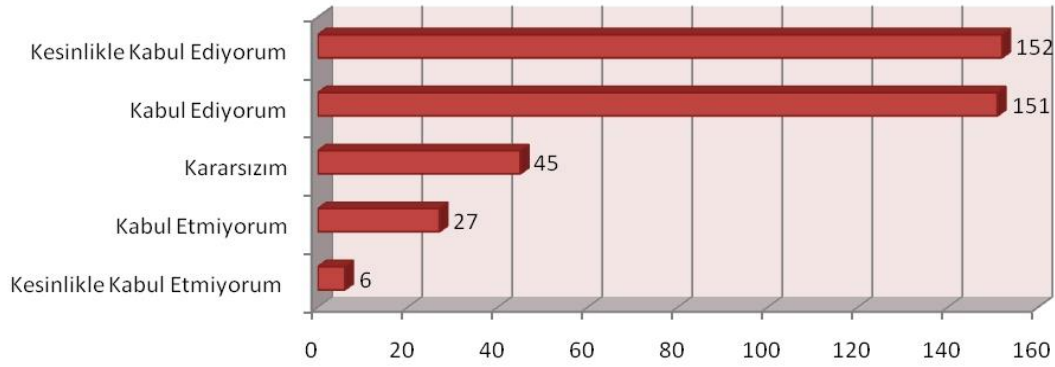
Şekil 2. Katılımcıların Küresel ısınma ve İklim değişikliği sorun değil, doğal bir eğilimdir ve müdahale edilemez" yönelik görüş sorusuna verdikleri cevaplar.

"Bireysel olarak, Küresel ısınma ve İklim değişikliği etkileriyle meydana gelen değişimlerden etkilenmiyorum", görüşünü kesinlikle kabul eden katılımcıların oranı %3,1 (12 kişi), kabul eden katılımcıların oranı ise % 42,0 (160 kişi)'dir (Şekil 3).



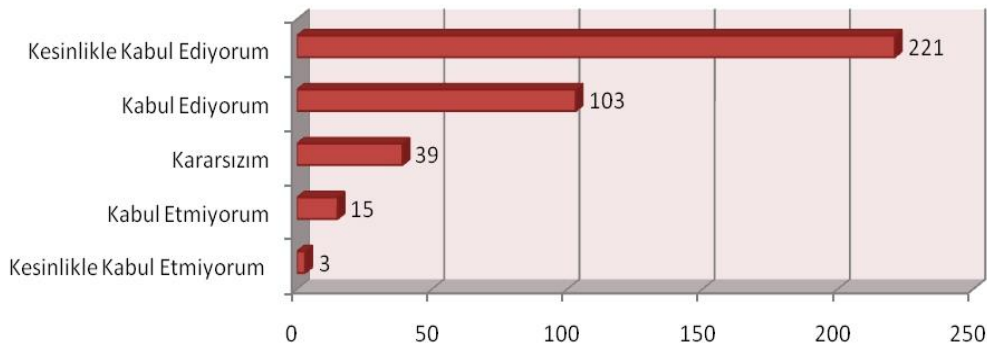
Şekil 3. "Katılımcıların Küresel Bireysel olarak, Küresel ısınma ve İklim değişimi etkileriyle meydana gelen değişimlerden etkilenmiyorum " yönelik görüş sorusuna verdikleri cevaplar.

Katılımcıların, "Küresel ısınma ve iklim değişimi ile ilgili endişe ve ilgi duyuyorum" görüşünü kesinlikle kabul edenler %39,9 (152 kişi), bununla birlikte kabul edenler ise %39,6 (151 kişi), olarak görülmekte olup öğrencilerin endişe ve ilgi düzeylerinin yaklaşık olarak toplamda %79,5 (303 kişi), olduğu görülmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. " Katılımcıların Küresel ısınma ve iklim değişimi ile ilgili endişe ve ilgi duyuyorum " yönelik görüş sorusuna verdikleri cevaplar

Cevaplayıcılar "Küresel ısınma ve iklim değişimi insanlar kadar bitkiler ve hayvanlar için de ciddi bir tehdittir" görüşünü kesinlikle kabul edenler %58,0 (221 kişi), kabul etmeyenler ise %0,8 (3 kişi) olduğu görülmektedir (Şekil 5).

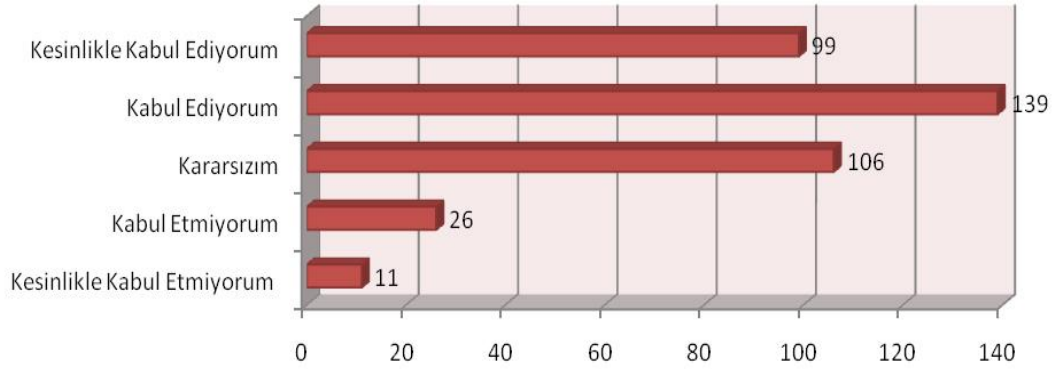


Şekil 5. "Katılımcıların Küresel ısınma ve iklim değişimi insanlar kadar bitkiler ve hayvanlar için de ciddi bir tehdittir" yönelik görüş sorusuna verdikleri cevaplar.

Tablo 4. Küresel ısınma ve iklim değişikliği farkındalığının belirlenmesi (A2)

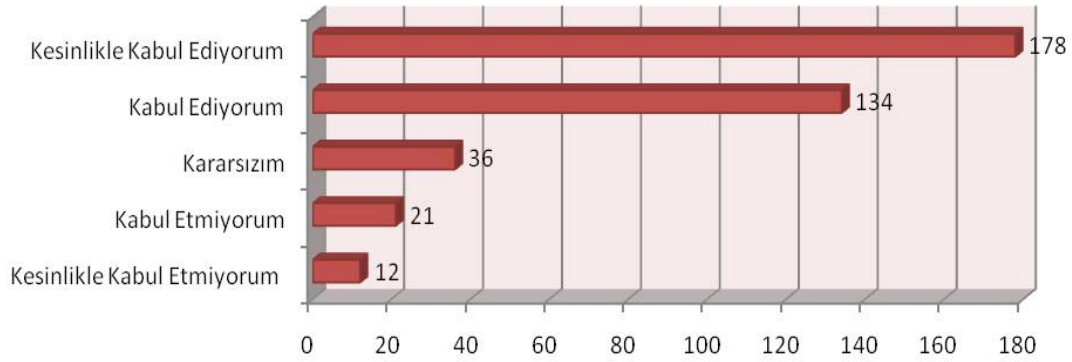
A2 BÖLÜMÜ	Kesinlikle Kabul Etmiyorum	Kabul Etmiyorum	Kararsızım	Kabul Ediyorum	Kesinlikle Kabul Ediyorum
15) Şu anki karbondioksit emisyonunun çoğunu, sanayileşmiş ülkeler üretmektedir.	%0,8	%3,4	%18,9	%33,9	%43,0
16) Sanayi sektörü küresel ısınma ve iklim değişiminin en büyük sorumlusudur.	%2,9	%6,8	%27,8	%36,5	%26,0
17) Ekonomik büyümenin durması pahasına da olsa, karbon monoksit salınımı kontrol altına alınmalıdır.	%3,1	%4,5	%30,2	%31,8	%30,4
18) Küresel ısınma ve iklim değişimi en büyük riskleri, taşkınlar, erozyon, kuraklık ve rüzgâr fırtınalarıdır.	%3,4	%5,8	%21,0	%32,0	%37,8
19) Küresel ısınma ve iklim değişimi nedeniyle yağışlar azalmakta kuraklığın başlangıcı yaşanmakta ve sonuçta su kaynakları azalmaktadır.	%3,1	%5,5	%9,4	%35,2	%46,7
20) Küresel ısınma ve iklim değişimi çocukların geleceğini tehdit eder.	%1,6	%7,3	%10,0	%31,2	%49,9
21) Küresel ısınma ve iklim değişimi zorunlu insan göçlerini beraberinde getirir.	%1,8	%6,3	%13,9	%34,4	%43,6
22) Küresel ısınma ve iklim değişimi biyolojik çeşitliliğin azalmasına neden olur.	%1,8	%3,7	%7,6	%37,5	%49,3
23) Küresel ısınma ve iklim değişimi tarımsal ürünlerinin azalması neden olur.	%1,8	%3,7	%8,7	%36,0	%50,1
24) Küresel ısınma ve iklim değişimi fakirliğe sebep olur.	%3,7	%5,2	%35,4	%23,6	%32,0
25) Küresel ısınma ve iklim değişimi nedeniyle su kaynakları tükeniyor.	%1,6	%1,8	%10,2	%36,7	%49,6
26) Küresel ısınma ve iklim değişimi su kaynaklarını azaltıp kuraklığa neden olur.	%0,5	%3,9	%6,8	%34,1	%54,6
27) Küresel ısınma ve iklim değişiminin farklılığı en çok hava koşullarında hissedilmektedir.	%1,0	%1,6	%8,1	%53,3	%36,0

“Sanayi sektörü küresel ısınma ve iklim değişiminin en büyük sorumlusudur” görüşüne katılımcıların %26,0 (99 kişi) tarafından kesinlikle kabul edilmiş, %27,8 (106 kişi) kararsız kalmış ve %2,9'u (11 kişi) tarafından ise kesinlikle kabul edilmemiştir (Şekil 6).



Şekil 6. "Katılımcıların Sanayi sektörü küresel ısınma ve iklim değişiminin en büyük sorumlusudur" yönelik görüş sorusuna verdikleri cevaplar.

"Küresel ısınma ve iklim değişimi nedeniyle yağışlar azalmakta kuraklığın başlangıcı yaşanmakta ve sonuçta su kaynakları azalmaktadır", görüşünü kesinlikle kabul eden katılımcıların oranı %46,7 (178 kişi), kesinlikle kabul etmeyen katılımcıların oranı ise %3,1 (12 kişi)'dir (Şekil 7).



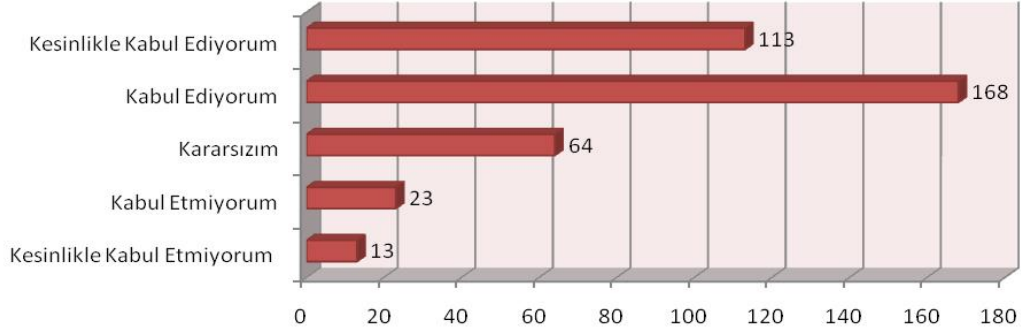
Şekil 7. " Katılımcıların Küresel ısınma ve iklim değişimi nedeniyle yağışlar azalmakta kuraklığın başlangıcı yaşanmakta ve sonuçta su kaynakları azalmaktadır " yönelik görüş sorusuna verdikleri cevaplar.

Ankete katılan öğrencilere, anketin (B) bölümünde “İklim değişikliği ile mücadele çabaları ve politikalar” a yönelik olarak 12 madde olarak hazırlanan soruların, beş noktalı bir ölçeğe göre değerlendirmeleri istenmiştir (Tablo 5). Bu ölçekte (A) bölümünde kullanılan ölçütler kullanılmıştır.

Tablo 5. İklim değişikliğiyle mücadele çabaları ve politikalar

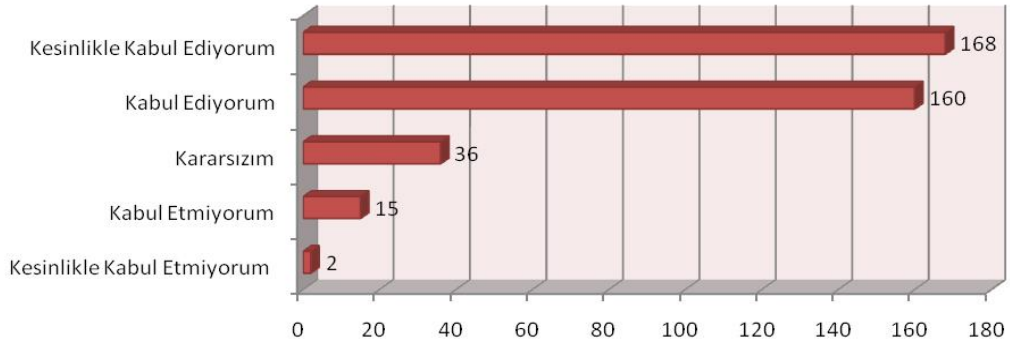
B BÖLÜMÜ	Kesinlikle Kabul Etmiyorum	Kabul Etmiyorum	Kararsızım	Kabul Ediyorum	Kesinlikle Kabul Ediyorum
1) Küresel ısınma ve iklim değişikimine neden olanlara daha sıkı kanuni yaptırımlar uygulanmalıdır.	%3,4	%6,0	%16,8	%44,1	%29,7
2) Küresel ısınma ve iklim değişikimi ile mücadele çalışmaları için bütçeden pay ayırmak gerekir.	%1,0	%6,8	%17,6	%47,0	%27,6
3) Küresel ısınma ve iklim değişikimi ile mücadelede, ağaçlandırma çalışmaları yaparak ve ağaçlandırma kampanyaları düzenlemek gerekir.	%0,5	%3,9	%9,4	%42,0	%44,1
4) Küresel ısınma ve iklim değişikimi önlem olarak alternatif enerji kaynaklarına (rüzgâr, güneş, jeotermal, hidrojen vb.) yatırım yapılmalıdır.	%1,8	%5,5	%9,4	%41,7	%41,5
5) Küresel ısınma ve iklim değişikimi ile mücadelede tüketimini azaltmak için yaşam tarzlarını değiştirmek gerekir.	%2,4	%5,8	%24,1	%33,3	%34,4
6) Tüm fosil yakıtlara vergilerin artırılması, (benzin, yağ, kömür, vb.) gerekir.	%13,4	%10,0	%30,2	%23,1	%23,4
7) Küresel ısınma ve iklim değişikimi engellemek için zehirli kimyasallar hava kirliliğinin azaltılması önemlidir.	%1,8	%6,8	%24,1	%31,0	%36,2
8) Sanayide ve meskenlerde filtre kullanımına özen gösterilmeli.	%1,8	%3,7	%21,8	%31,0	%41,7
9) Küresel ısınma ve iklim değişikimi ile ilgili kamuoyunun bilinçlendirilmesi gerekir. Konu ile ilgili seminerler verilebilir. Sivil toplum kuruluşlarının çalışmaları teşvik edilmelidir.	%2,1	%4,5	%10,2	%36,7	%46,5
10) Su tüketiminde özen gösterilmelidir. Doğal dengenin kullanımına özen göstermeliyiz.	%1,3	%3,7	%9,4	%37,0	%48,6
11) İnsanlarımızın doğaya karşı bilinçlendirilmesi gerekir. Çevre kirliliğine karşı duyarlı insanlar yetiştirilmelidir.	%1,3	%3,4	%7,1	%41,2	%47,0
12) Yapı ve tesislerin ısı yalıtımı yapılmalıdır.	%1,0	%6,3	%14,2	%39,9	%38,6

Katılımcıların, "Küresel ısınma ve iklim değişikimine neden olanlara daha sıkı kanuni yaptırımlar uygulanmalıdır" görüşünü kesinlikle kabul edenler %29,7 (113 kişi), bununla birlikte kabul edenler ise %44,1 (168 kişi), olarak görülmektedir (Şekil 8).



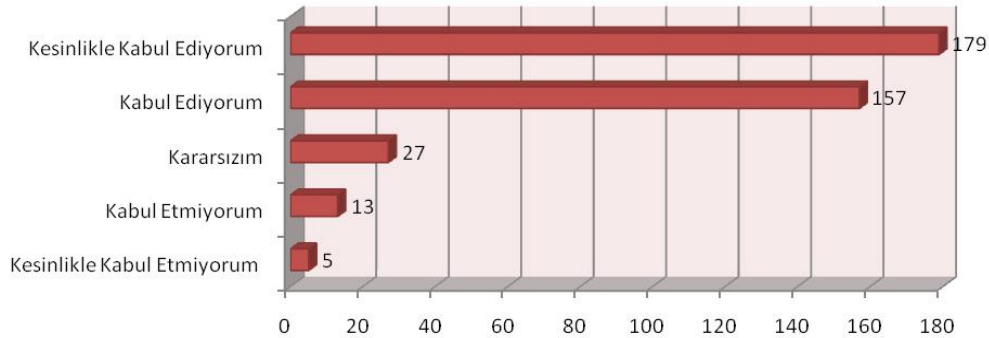
Şekil 8. "Katılımcıların Küresel ısınma ve iklim değişikimine neden olanlara daha sıkı kanuni yaptırımlar uygulanmalıdır" yönelik görüş sorusuna verdikleri cevaplar.

"Küresel ısınma ve iklim değişikimi ile mücadelede, ağaçlandırma çalışmaları yaparak ve ağaçlandırma kampanyaları düzenlemek gerekir" görüşüne katılımcıların %44,1 (168 kişi) tarafından kesinlikle kabul edilmiş, %0,5 (2 kişi) tarafından ise kesinlikle kabul edilmemiştir (Şekil 9).



Şekil 9. " Katılımcıların Küresel ısınma ve iklim değişikimi ile mücadelede, ağaçlandırma çalışmaları yaparak ve ağaçlandırma kampanyaları düzenlemek gerekir" yönelik görüş sorusuna verdikleri cevaplar.

Cevaplayıcılar " İnsanlarımızın doğaya karşı bilinçlendirilmesi gerekir. Çevre kirliliğine karşı duyarlı insanlar yetiştirilmelidir " görüşünü kesinlikle kabul edenler %47,0 (179 kişi), kabul edenler %41,2 (157 kişi), kesinlikle kabul etmeyenler ise %1,3 (5 kişi) olduğu görülmektedir (Şekil 10).



Şekil 10. "Katılımcıların İnsanlarımızın doğaya karşı bilinçlendirilmesi gerekir. Çevre kirliliğine karşı duyarlı insanlar yetiştirilmelidir" yönelik görüş sorusuna verdikleri cevaplar.

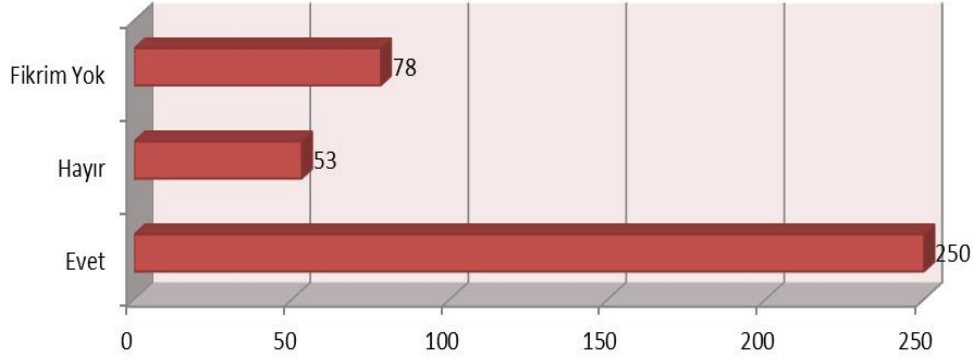
Ankete katılan öğrencilere, anketin (C) bölümünde “**Erzurum Kenti ve Küresel Isınmanın Etkileri**” ne yönelik olarak 11 madde olarak hazırlanan soruların, beş noktalı bir ölçeğe göre değerlendirmeleri istenmiştir (Tablo 6). Bu bölümdeki sorulara cevaplayıcılar “**Evet**”, “**Hayır**”, “**Fikrim yok**” olarak cevaplandırmışlardır.

Ankete katılanlara sorulan; “Çevre ile ilgili herhangi bir derneğe veya derneğe üye misiniz?” “Erzurum’da şu ana kadar herhangi bir doğal afetle karşılaştınız mı?”, “Sizce Küresel ısınma ve iklim değişimi bir afet midir?” ve “Küresel ısınma ve iklim değişiminin sonuçlarının ölçülmesi mümkün müdür?” sorularına sırasıyla; %12,9 (49 kişi), %50,7 (193 kişi), %53,3 (203 kişi), %55,9 (213 kişi), oranında evet cevabını vermişlerdir.

Tablo 6. Erzurum kenti ve küresel ısınmanın etkileri

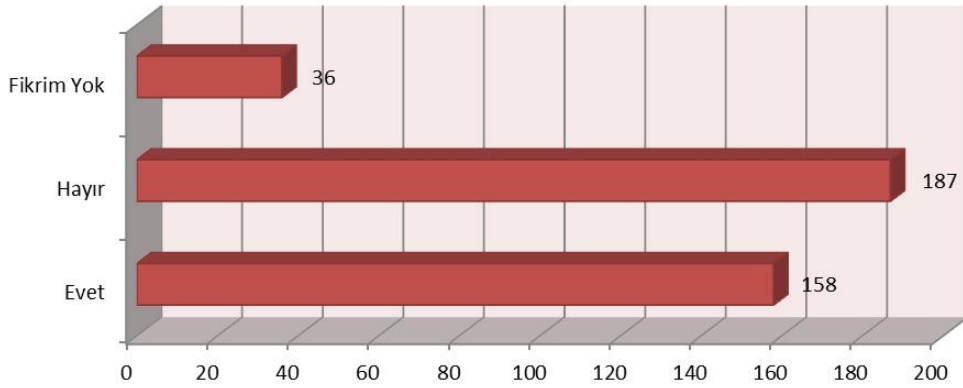
C BÖLÜMÜ	Evet	Hayır	Fikrim yok
1) Çevre ile ilgili herhangi bir derneğe veya derneğe üye misiniz?	%12,9	%86,6	%0,5
2) Erzurum’da şu ana kadar herhangi bir doğal afetle karşılaştınız mı?	%50,7	%46,2	%3,1
3) Sizce Küresel ısınma ve iklim değişimi bir afet midir?	%53,3	%29,4	%17,3
4) Küresel ısınma ve iklim değişiminin sonuçlarının ölçülmesi mümkün müdür?	%55,9	%16,8	%27,3
5) Türkiye’de kış turizmi için yapılan ilk ciddi ve kapsamlı projelerin uygulandığı Erzurum’da küresel ısınma ve iklim değişimi kış turizmi olumsuz yönde etkilemekte midir?	%65,6	%13,9	%20,5
6) Atmosferdeki sera gazı oranının artmasıyla 2030 yılından sonra Erzurum’da mevsimsel sıcaklıkların 4 derece artış göstereceği ve bunun da kışların daha sıcak ve kar yağışsız geçmesine neden olur mu?	%60,9	%14,4	%24,7
7) Son yıllarda tarım ürünlerinin verimi ve niteliğinde bir bozulma olduğunu düşünüyor musunuz?	%76,9	%12,1	%11,0
8) Son yıllarda yaşamına ve sağlığında iklime bağlı bir kötüleşme yaşadınız mı?	%41,5	%49,1	%9,4
9) Küresel ısınma ve iklim değişimi geçimini tarım ve hayvancılıktan kazanan yöre halkının ekonomik olarak etkilenmiş midir?	%75,6	%10,5	%13,9
10) Son yıllarda Küresel ısınma ve iklim değişimi kentin hava kalitesini olumsuz yönde etkilemiş midir?	%74,3	%12,6	%13,1
11) Hava kirliliği bakımından üniversitemiz yerleşkesinin kente göre daha iyi olduğunu düşünüyor musunuz?	%63,3	%17,8	%18,9

“Türkiye’de kış turizmi için yapılan ilk ciddi ve kapsamlı projelerin uygulandığı Erzurum’da küresel ısınma ve iklim değişimi kış turizmi olumsuz yönde etkilemekte midir?” sorusuna, %65,6 (250 kişi)’lik bir oranda evet cevabını vermiştir (Şekil 11).



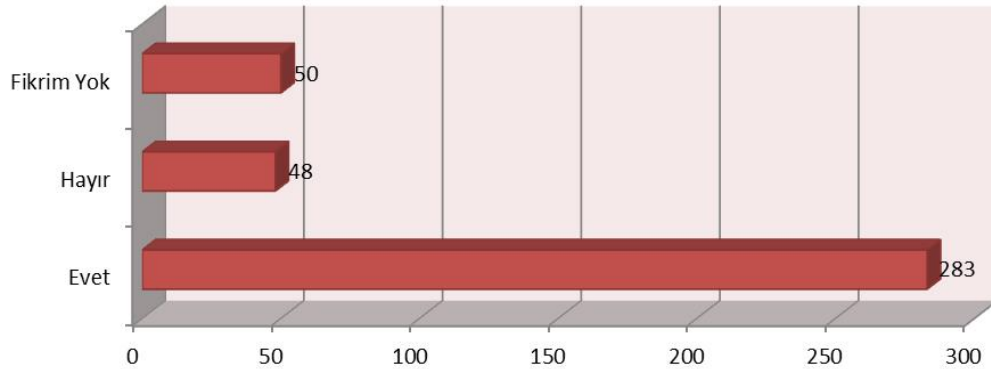
Şekil 11. " Katılımcıların Türkiye'de kış turizmi için yapılan ilk ciddi ve kapsamlı projelerin uygulandığı Erzurum'da küresel ısınma ve iklim değişikimi kış turizmi olumsuz yönde etkilemekte midir" sorusuna verdikleri cevaplar.

Tablo 6'da görüldüğü üzere; "Son yıllarda yaşamına ve sağlığında iklime bağlı bir kötüleşme yaşadınız mı?" sorusuna katılımcılar %41,5 (158 kişi) oranında evet cevabını, %49,1 (187 kişi) oranında hayır cevabını, %9,4 (36 kişi) ise fikri olmadığını belirtmişlerdir (Şekil 12).



Şekil 12. " Katılımcıların Son yıllarda yaşamına ve sağlığında iklime bağlı bir kötüleşme yaşadınız mı?" sorusuna verdikleri cevaplar.

Katılımcılara yöneltilen bir diğer soru "Son yıllarda Küresel ısınma ve iklim değişikimi kenttin hava kalitesini olumsuz yönde etkilemiş midir?" şeklinde olmuş, katılımcılar %74,3 (283 kişi)'lik bir oranla evet cevabını vermişlerdir (Şekil 13).



Şekil 13. "Katılımcıların Son yıllarda Küresel ısınma ve iklim değişikimi kenttin hava kalitesini olumsuz yönde etkilemiş midir?" sorusuna verdikleri cevaplar.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Atatürk Üniversitesi, fakültelerinde öğrenim gören öğrencileri ile yapılan bu anket çalışması, öğrencilerin "Küresel Isınma ve İklim Değişikliği" hakkında bilgi düzeylerinin kendi bakış açılarından değerlendirilmesini bakımından, birçok sonucu ortaya çıkartmıştır. Çalışma kapsamında elde edilen bulgular tek tek değerlendirildiğinde şu sonuçlara varılmıştır.

Ankete katılan öğrencilerin yaşları arasında önemli bir fark bulunmakta, ankete katılan öğrencilerin yaklaşık %89,5'in 19-25 yaş arsında olduğu görülmektedir. Katılımcıların %60,6 bayanlardan oluşmaktadır. Öğrencilerin Erzurum ilinde beş yıldan daha fazla ikamet edenlerin sayısı incelendiğinde bu oranın %48,1'lik bir oran olduğu tespit edilmiştir.

Üniversite öğrencilerimizin, "küresel ısınma ve iklim değişimi sorun değil, doğal bir eğilimdir ve müdahale edilemez" sorusuna verdikleri cevaplardan anlaşılacağı gibi, konuyu bir sorun olarak gördükleri ve bu durumun yaklaşık olarak %79,3'lük büyük bir kısmı ile müdahale edilerek çözülebileceğini öngörmektedirler. Bu öngörü ümit verici bir tablo olarak karşımıza çıkmaktadır. "Bireysel olarak, küresel ısınma ve iklim değişimi etkileriyle meydana gelen değişimlerden etkilenmiyorum", sorusuna verilen %68'lik bir oranla hayır etkileniyorum cevabı aslında bu durumun çok büyük bir sorun olduğunu insanlığı ve doğal yaşamı tehdit ettiğini düşündüklerini ortaya koymaktadır.

Araştırma sonuçlarına göre toplumun iklim değişikliği sorununu kabullendiği, bu durum ile ilgili olarak yaşam tarzını değiştirmeye eğilim göstereceği görülmektedir. Bu da kamuoyunda farkındalık yaratma ve bilinçlendirme çalışmalarını destekleyecek somut tedbir ve davranış önerileri getirilmesi gerekliliği ile örtüşmektedir.

Çalışma konusu olan iklim değişimi ve küresel ısınma konusundaki farkındalık ve ilgi düzeylerinin araştırılmasında sorulan "Şayet, Küresel ısınma ve iklim değişimi olsa bile azaltılmasına veya durdurulmasında bireysel olarak katkıda bulunamam bir şey değiştirmez" görüşüne verilen %73.6'lık kabul etmiyorum cevabı ile " Küresel ısınma ve iklim değişimi ile ilgili endişe ve ilgi duyuyorum" görüşüne verilen %79.5'lik oranla ilgi duymaları, bireysel olarak farkındalık düzeylerinin ve ilgilerinin yüksek olduğu ortaya çıkarmaktadır.

İklim değişikliğiyle ortaya çıkabilecek olumsuzlukları önlemenin birinci yolunun konunun vahametini kavrayıp, buna göre davranmaktan geçtiği düşünüldüğünde konuyla ilgili olarak öğrencilerin farkındalığının önemi de ortaya çıkmaktadır.

Yine bu bölümde sorulan " Küresel ısınma ve iklim değişimi tarımsal ürünlerinin azalması neden olur" ve " Küresel ısınma ve iklim değişimi biyolojik çeşitliliğin azalmasına neden olur" görüşleri verilen sırasıyla %86.1 ile %86.8 kabul ediyorum cevapları incelendiğinde, özellikle önlem alınmaz ise tarım ürünlerinin çeşit ve kalitesinin düşeceği, kıtlık ve kuraklık olacağı, biyolojik çeşitliliğin azalacağını düşeceğini ve kısacası gelecek nesilleri çok zor bir hayat bekleyeceği fikrinde birleşmektedirler.

Çalışmanın "İklim değişikliğiyle mücadele çabaları ve politikalar" başlığında sorulan sorular ile ilgili sonuçlar incelendiğinde bu sonuçların oldukça düşündürücü olduğu görülmektedir. Katılımcılar bu sorunlarla mücadele edebilmek için %73.8'lik bir oranla daha sıkı kanuni yaptırımlar getirilmesi gerektiği ve devletin bu konuyla alakalı bütçeden daha fazla pay ayırması gerektiğini %74.6'lık bir oranla düşünmektedirler.

Öğrencilerimiz Alternatif enerji kaynaklarının kullanımının %83.2 oranıyla sorunun çözümünde önemli bir adım olacağını düşünmektedirler. Yine bu bölümde, su israfının önüne geçilmesi gerektiğini ve halkın bu konularda bilinçlendirilmesi gerektiğini düşünmektedirler (%85.6). Toplumun, iklim değişikliği ile mücadele konusunda enerji tasarrufu, su tasarrufu gibi tasarruf amaçlı uygulamalar yapmaya eğilimli olduğu görülmektedir.

Anketimizin bu bölümünde dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta olan katılımcılarımız fosil yakıtların vergilerinin artırılması hakkında yöneltilen soruya % 23.4 oranında verilen olumsuz yanıtıdır.

Katılımcıların bu soruya olumsuz cevap veren öğrencilere kararsızlarıda eklediğimizde %53.6 bir oranda fosil yakıtların vergilerinde daha fazla bir artış olmaması gerektiğini düşünmektedirler.

Elde edilen bulgulardan dikkat çekici bir diğer sonuçta, %78.5'lik bir çoğunlukla ısı yalıtımının ve verimli ekipman ve sistemlerin kullanımının özendirilmesi şeklinde karşımıza çıkmaktadır.

Anketin, Erzurum kenti ve küresel ısınmanın etkilerinin irdelendiği bölümdeki sonuçlara incelendiğinde; katılımcıların %86,6 kısmının herhangi bir çevre kuruluşuna üye olmadıkları anlaşılmaktadır. Toplum hareketlendirme dolayısıyla aktif ve sorumlu vatandaş anlayışını toplum içinde yaygınlaştırılması sağlayan sivil toplum kuruluşlarına üye olunmayışın önemli bir sorun olarak görülmektedir. Cevaplayıcıların yarısından fazlası küresel ısınmayı doğal bir afet olarak görmektedir. Öğrencilerimiz, kış turizminin önemli merkezlerinden biri olan Erzurum'un küresel ısınmadan olumsuz etkileneceğini düşünmektedirler. Katılımcıların, %60,9'luk bir kısmı küresel ısınmanın etkisiyle 15 yıl sonra ortalama sıcaklıkta 4 derecelik bir farklılaşma olacağını ve son yıllarda tükettikleri tarım ürünlerinin niteliğinde bir bozulma olduğunu düşünmektedirler.

5. KAYNAKÇA

Alptekin, E., M.A. Bakır, C. Aydın ve E. Gürbüzel, 2001. Temel Örneklem Yöntemleri. Literatür Yayınları, İstanbul, 509 s.

Anonim 2008. İklim Değişikliği ve Yapılan Çalışmalar. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 103

Anonim, 2011. İklim Değişikliği ve Ormanlar. Orman Genel Müdürlüğü, Orman Harita ve Fotogrametri Müdürlüğü, İklim Değişikliği ve Biyoenerji Çalışma Grubu, 19 pp.

Anonim, 2012. İDEP Projesi Ekibi, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, İklim Değişikliği Dairesi Başkanlığı, Politika ve Strateji Geliştirme Şube Müdürlüğü, Türkiye Cumhuriyeti İklim Değişikliği Eylem Planı 2011-2023, 121 ss.

Ayvacı, H.Ş., Çoruhlu, Ş.T. 2009. Öğrencilerin Küresel Çevre Sorunlarına Bakışları ve Kavram Yanılgılarının Belirlenmesine Yönelik Gelişimsel Bir Araştırma. Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi, (12), 11-25

Demircioğlu, G., Demircioğlu, H. 2015. Trabzon Halkının Küresel Isınmaya Yönelik Bilgi ve Farkındalık Düzeylerinin Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi. Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi, 4;(2), 248-259.

İncekara, S., Tuna, F. 2010. Ortaöğretim Öğrencilerinin Çevresel Konularla İlgili Bilgi Düzeylerinin Ölçülmesi: Çankırı İli Örneği. Marmara Coğrafya Dergisi (22), 168 - 182.

Karakuyu, M. 2002. Şehirleşmenin Küresel İklim Sapmaları Ve Taşkınlar Üzerindeki Etkisi. Marmara Coğrafya Dergisi, (6); 97-108.

Kılıçaslan, M. 2010. Ortaöğretim Öğrencilerinin Küresel İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisine İlişkin Görüşleri, Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 3 (1): 25-29.

Mansuroğlu, S. 2002. Akdeniz Üniversitesi Öğrencilerinin Serbest Zaman Özellikleri ve Dış Mekan Rekreasyon Eğilimlerinin Belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15(2) ,53-62.

Ogbo, A. Lauretta, N.E., Ukpere, W. 2013. Risk Management and Challenges of Climate Change in Nigeria. J Hum Ecol, 41(3): 221-235

Prato, T. 2008. Conceptual framework for assessment and management of ecosystem impacts of climate change. Ecological Complexity, (5); 329-338

Sevim, B., Ünlüönen, K. 2010. İklim Değişikliğinin Turizme Etkileri: Konaklama İşletmelerinde Bir Uygulama. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (28); 43-66.

Yayar, R. Kaplan, Ç. Şimşek, Ü. 2014. Küresel Isınmanın Ekonomik, Sosyal ve Çevresel Etkilerinin Farkındalığı: Türkiye'den (TR 83 Bölgesi) Deneysel Bulgular. Business and Economics Research Journal, 5(3); 81-95.

Yılmaz, E., Polat, O., Topal, A., Polat, S. 2012. Mersin İlinde Küresel Isınmaya Yönelik Düşünce, Bilgi ve Değerlerin Değerlendirilmesi. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Tarsus.

***İN VİVO VE İN VİTRO* EMBRİYO ÜRETİMİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER**

Numan Akyol*

**Kırıkkale Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yahşihan, Kırıkkale*

numanakyol@gmail.com

** Sorumlu Yazar*

1. GİRİŞ

Embriyo transferi (ET), normal koşullarda yılda bir yavru veren ineklerde hormon uyarımlarıyla çok sayıda ovum meydana getirilip bunların suni tohumlamayla fertilizasyonlarının sağlanması ve uygun zaman ve koşullarda uterusun alınarak taşıyıcı hayvanlara transfer edilmesini ihtiva eden biyoteknolojik işlemlerdir. Ancak günümüzde ET denilince yukarıdaki tanıma ilave olarak *in vitro* fertilizasyon (İVF), embriyo bölünmesi (embryo splitting), embriyoda cinsiyet tayini (embryo sexing), intra sitoplazmik sperm enjeksiyonu (ICSI) gibi teknikler de akla gelmektedir. ET daha çok koyun, keçi inek gibi verimi için beslenen hayvan türlerinde kullanım imkânı bulmakta ve bunlardan üstün verimli olanların sürü içerisindeki sayısını artırmak amacıyla uygulanmaktadır. Ayrıca kısırak, köpek, kedi, domuz gibi hayvanlarda da farklı amaçlarla uygulanabilmektedir (Akyol, 2001; Akyol, 2018).

İn vitro embriyo üretim tekniği, ovaryumlardan elde edilen oositlerin laboratuvar ortamında maturasyonu, uygun şartlar sağlanarak elde edilen spermatozoonlarla bu oositlerin fertilizasyonu ve kültür süreçleri sonunda embriyo elde edilmesini kapsayan bir tekniktir. İVF tekniği aslında yalnızca fertilizasyon sürecini ifade ediyor olsa da çok zaman *in vitro* koşullarda embriyo elde edilmesinin bütün süreçlerini ifade eder şekilde kullanılmaktadır. Bu teknik için oosit kaynağı olarak kesimhaneden elde edilen ovaryumlar kullanılabilirdiği gibi canlı hayvanlardan ultrason eşliğinde de oosit elde edilebilmektedir (Kanagawa ve ark., 1995; Akyol, 2018). Dünyada bir milyon civarında *in vitro* ve *in vivo* üretimi embriyonun taşıyıcılara transferi gerçekleştirilmektedir. Tüm dünyada, 2015 yılı itibariyle *in vitro* embriyo üretiminin %75'i Güney Amerika'da gerçekleştirilmiş olup mezbahadan elde edilen embriyoların %98'i Asya ülkelerinde elde edilmiştir. Aynı yıl net olarak 404.173 *in vitro* olarak üretilmiş embriyo transferi gerçekleştirilmiştir. Kesimhanelerden 728.547 adet oosit toplanmış, bunlardan 58.462 adet embriyo elde edilmiş (%8) ve bunların 19.223'ü transfer edilmiştir. Tüm dünyada Ovum pick up (OPU) denilen yöntem kullanılarak 2.061.205 oosit toplanmış bunlardan 612.709 embriyo (%29.7) elde edilmiştir (Perry, 2015).

2. İN VİVO EMBRİYO ÜRETİMİ

2.1. Süperovulasyon

Normal seksüel siklus dönemlerine kıyasla daha fazla ovum alınabilmesi amacıyla dışardan hormon uygulamaları yapılmasıdır. Süperovulasyon yapmaksızın her östrus ve tohumlamanın ardından cerrahi olmayan bir yöntemle uterus yıkaması yapılarak embriyo toplanabilir. Teorik anlamda süperovulasyon uygulaması yapmaksızın bir inekten üçer hafta aralıklarla, yılda 17 kez uterus yıkaması yapılarak ve %50 embriyo toplama başarısı ile toplam sekiz-dokuz embriyo alınabilir. Bu uygulama ile donör hormon etkisine maruz bırakılmamış olur. Ancak birim zamanda alınan embriyo sayısının artırılması amacıyla uygun hormonlar seçilerek çok sayıda embriyo alınması da mümkündür (Kanagawa ve ark., 1995).

Yeni doğan bir dişi buzağının ovaryumlarında binlerce ovum taslağı olmasına rağmen hayatı boyunca bunlardan çok azı gelişme şansı bulmakta ve ovule olmaktadır. Süperovulasyon, ovulasyon şansı bulamayan ovumlara bu fırsatı vererek ekonomik potansiyeli artırdığından, embriyo transferiyle

birlikte uygulanmaktadır. Bu günkü yöntemlerle süperovulasyon ile inek, keçi ve tavşanlarda normalin üzerinde embriyo alınıyor olmasına rağmen domuz ve atlarda bu oran daha düşüktür. İneklerde yapılan süperovulasyonlarda kullanılan hormona bağlı olmakla birlikte donörlerin %85'i süperovulasyona cevap geliştirirler ve bunlardan uygulama başına ortalama 5 kadar fertil ve transfer edilebilir özellikte embriyo elde edilebilir. Süperovulasyon sonrası elde edilen embriyo sayısı ve kalitesinin yüksek olması için süperovulasyonlar arasında fizyolojik dinlenme süresi bırakmak en uygun seçimdir. Süperovulasyon protokollerinde progesteron kullanılarak ovaryumlarda mevcut foliküllerin gelişiminin baskılanması ve luteal evredeki duruma eşdeğer bir endokronolojik tablo oluşması amaçlanır. Dolayısıyla yeni folikül gelişimi progesteron uygulandığı sürece baskılanır ve yeni bir folikül gelişimi olmaz böylece süperovulasyon etkinliğinin artırılması hedeflenebilir. Birim hayvandan alınacak embriyo sayısının yüksek olması embriyo maliyetini de o ölçüde düşürmektedir (Akyol ve ark., 2004; Donaldson, 2015).

Sığırlarda embriyo transferinde asıl hedef üstün nitelikli yavru alımını artırmak amacıyla seçilmiş donörden embriyo toplanıp daha düşük verim kabiliyetindeki taşıyıcı hayvana nakledilerek yavru elde edilmesidir. Bir buzağı doğduğu zaman ovaryumlarında 50.000'den 300.000'e kadar değişen sayıda primordial folikül bulundurulur. Ancak unipar olan bu hayvanlardan embriyo transferi vasıtasıyla bu çok sayıdaki oositlerden faydalanma imkânı söz konusu olmaktadır. Hayvanların süperovulasyona verecekleri cevap, ırka, yaşa, genel kondisyona, hormon tipine, uygulama şekline, iklime, beslenmeye ve çevresel koşullara az ya da çok bağlıdır. Genel olarak sütçü ineklerin süperovulasyon uygulamalarına cevabı etçilerden daha düşüktür. Aynı şekilde diğer ırkların cevabı da Holstein'lerden daha düşük kalmaktadır. 10 yaşından sonra ineklerde süperovulasyona verilen cevap ta düşmektedir. Bu yüzden sıklıkla geçmişte bilinen düveler tercih edilmelidir (Callejas ve ark., 2008; Akyol ve ark., 2014).

2.2. Süperovulasyon ve sinkronizasyon amacıyla kullanılan hormonlar

Günümüzde ineklerin süperovulasyonunda başlıca iki çeşit hormon kullanılır. Bunlar FSH veya PMSG'dir. PMSG'nin kullanım avantajları, FSH'tan daha ucuz ve kolay temin edilebilir olması, tek uygulamanın yeterli olmasıdır. Dezavantajları ise elde edilen embriyo sayısında ve kalitesinde geniş bir varyasyon olması ve uygulamadan sonra rezidülerinin sorun oluşturmasıdır. PMSG hormonunun en önemli dezavantajı kalıcı foliküllere sebep olmasıdır ki yüksek verimli donörler için çok önemli bir olumsuzluktur. Bahsedilen sebeplerden dolayı FSH daha yaygın kullanım alanı bulmaktadır (Akyol, 2001).

2.3. Folikül uyarıcı hormon (FSH)

Günde iki kez azalan dozlar halinde 3 veya 4 gün kas içi/deri altı uygulanır. Biyolojik yarılanma süresi oldukça kısa olup molekül ağırlığı küçük olduğundan herhangi bir antikor oluşumuna yol açmaz. FSH'ın yarılanma ömrünün kısa olması nedeniyle sabah akşam devam eden uygulamaları, araştırmalara göre en uygun sonucu vermektedir. Örneğin günde iki defa uygulamakla günde üç defa uygulamak arasında elde edilen embriyo miktar ve kalitesi açısından bir fark görülmemektedir. Dünyada farklı düzeyde LH içeren FSH müstahzarları mevcut olup bunların inekler üzerine süperovulasyon yapıcı etkileri farklı düzeydedir. Genellikle LH düzeyi düşük olanlar ineklerin süperovulasyon için tercih edilir durumdadır. Bununla birlikte LH düzeyi yüksek FSH ürünleri bazı ırklar üzerinde daha iyi süperovulasyon cevabı oluşturması bakımından daha uygun bulunmaktadır (Mori, 1999; Yılmaz, 1999).

2.4. Gebe kısırak serum gonadotropini (PMSG)

İneklerde kullanım dozu yaş ve canlı ağırlığa bağlı olarak 2000-4000 IU arasındadır. PMSG'nin yarılanma ömrü uzun olduğundan tek doz olarak uygulanması yeterli gelmektedir. Tek doz uygulama ile ineklerde oluşabilecek enjeksiyon stresi de önlenmiş ve iş yoğunluğu azaltılmış olur. Ancak biyolojik yarılanma ömrünün uzun olması sebebiyle de süperovulasyondan sonra bile ovaryumlarda ovule olmamış iri foliküller kalabilmekte hatta müdahale edilmezse bu foliküller kalıcı hale geçebilmektedir. Bahsi geçen bu foliküllerden salınan östrojen toplanan embriyo sayısı ve kalitesine de olumsuz etki yapabilmektedir. Erken embriyonik gelişim döneminde kan östradiol seviyesinin

toplanan embriyo sayı ve kalitesi üzerine çok fazla olumsuz etkisi bulunmazken geç gelişim aşamasındaki embriyolarda çekirdek anomalilerine sebep olması bakımından önemli bir dezavantaja sahiptirler. Bu olumsuz durumun anti-PMSG kullanılarak kısmen giderilebileceğine dair bildirimler mevcuttur (Kamagawa ve ark., 1995; Yılmaz, 1999).

2.5. Prostaglandin (PGF2 α)

Donör hayvanlarda süperovulasyon etkinliğini artırmak ve sinkronizasyon amaçlı olarak kullanılırlar. Kullanılan preparata göre bir doz yeterlidir. Uygulama tek doz ikiye bölünerek yapılabilir (Kanagawa ve ark., 1995).

2.5.1. Anti-PMSG

PMSG uygulanan hayvanlarda PMSG residüleri sonraki siklik yaşamda ve transfer edilebilir embriyo sayısı üzerinde olumsuz etkidedir. Bunun önlenmesi amacıyla kullanılır. Uygulama yapılması halinde büyük folikül ve kistik yapıların görülmesi önlenmiş olur. Ovulasyonların toplulaştırılması amacıyla HCG ve GnRH veya LH uygulamaları da yapılabilmektedir ancak bu hormonların kullanımları son yıllarda pratik ve ekonomik olmaktan çıkmıştır. Gerek hCG ve gerekse LH önceden sık olarak kullanılmaktaydı ancak artık kullanımı terk edilmiştir. Zira östrusun indüklenmesi amacıyla prostaglandin uygulamasını takiben ön hipofizden yeterli düzeyde LH salındığı belirlenmiştir (Boland ve ark., 1991).

FSH kas içi, çoklu enjeksiyonları subkutan uygulamaya göre daha iyi sonuç vermektedir. Buna rağmen PVP (Polivinil pirolidon) içeren ve FSH emilimini azaltan katkı maddeleriyle de çoklu enjeksiyonda alınan sonuca benzer sonuçlar alındığı kaydedilmektedir. Stresin de toplanan embriyo sayısı üzerine büyük oranda olumsuz etkisi vardır. Buna örnek olarak dexametazon uygulanan 11 başlık bir grup inekte toplanan embriyo sayısı yalnızca 1 adet iken 5 baş kontrol grubunda 75 adet embriyo toplanması stres etkisini açıklamak için yeterli olmaktadır. Östrus belirtileri net olarak gözlenemeyen ineklerde de Östradiol 17- β enjeksiyonları yapılabilirse de bu hormon uygulaması da genellikle yapılmamaktadır. Sayıları az olmakla birlikte, bazı araştırmalara göre süperovulasyon uygulamasına İntra vaginal veya kulak derisi altı implant şeklinde Progesteron preparatlarının uygulanması ile başlamanın, uygulamayı takip eden 7. gün FSH hormonu ve 9. gün PGF2 α enjeksiyonunu yapıldığı esnada progesteron preparatının uzaklaştırılması şeklinde bir uygulamanın elde edilen embriyo sayı ve kalitesini artırdığını bildirmektedirler (Boland ve ark., 1991; Mori, 1999; Yılmaz, 1999).

2.6. Seksüel Siklus Sinkronizasyonu

Donör ve taşıyıcı hayvanların östruslarının doğal olarak veya hormonlar vasıtasıyla aynı zamana getirilmesidir. Embriyo transferinde başarıyı büyük ölçüde etkileyen bir aşamadır. Hayvanların seksüel sikluslarının tam ve doğru olarak sinkronize edilmesi östrus tespitinin kesin olarak yapılmasına bağlıdır. Bu nedenle östrusun beklendiği gün ile bir gün öncesi ve sonrasında 6-8 saat aralıklarla östrus gözlemi yapılmasında fayda vardır. Donör-taşıyıcı hayvanlar arasındaki sinkronizasyon farklılıkları kayıt edilmeli, eğer östrus belirtileri gözlenememiş ise transfer programı ertelenmeli ya da yeniden düzenlenmelidir (Kojima, 1999).

Taze nakil yapılacağı durumlarda taşıyıcı hayvanlara, donörlerden 12 saat önce PGF2 α yapılması ve kayıtların düzenli alınması önerilir. Taşıyıcılar PGF2 α yerine progesteron müstahzarları ile de sinkronize edilebilirler. Buradaki en önemli husus donörün biyolojik saati ile taşıyıcının biyolojik saati arasında mümkün olabildiğince fark olmamasıdır. İneklerde 24 saatten fazla sinkronizasyon farkı olması durumunda gebelik oranları bir hayli düşer. Süperovulasyon amacıyla uygulanan hormonların etkisi altında kalan donörlerde ovulasyonun taşıyıcılara kıyasla daha erken oluştuğu bilinmektedir. Dolayısıyla donörler taşıyıcı hayvanlara göre daha erken östrus gösterirler. Araştırmalara göre, taşıyıcıların donörlere göre 0.5 veya 1 gün önceden östrus göstermesinin sağlanmasıyla gebelik şansı artmaktadır. Dolayısıyla donör olanlar süperovulasyonda kullanılan hormonların etkisinde olduklarından PGF2 α enjeksiyonlarına taşıyıcılardan daha erken cevap verirler. Bu farklılığın ortadan kaldırılması amacıyla donörlere PGF2 α enjeksiyonu 12-18 saat daha geç yapılması önerilebilir. Ancak

pratik olması bakımından aynı gün östrus gösteren donör ve taşıyıcıların kullanılması yeteri düzeyde gebelik başarısı sağladığı söylenebilir (Kanagawa ve ark., 1995; Akyol, 2018).

Büyük sürülere sahip işletmelerde taşıyıcı olabilecek durumda olan hayvanların östrusları, işletme kayıtlarına bakılarak ve/veya gözlemlerle tespit edilmek suretiyle doğal seçim yapmak mümkündür. Muhtelif hormon uygulamaları ile de gerek taze gerekse dondurulmuş embriyo transferi için yeterli sayıda taşıyıcı elde edilebilir. Bu konuda dikkat edilmesi gereken en önemli husus donör ve taşıyıcı hayvanlar arasındaki sinkronizasyon farklılığıdır. Yapılan çalışmalar ışığında, donör-taşıyıcı arasındaki sinkronizasyon farklılığının taze embriyo transferinde en fazla 1 gün, dondurulmuş embriyo transferinde ise 0.5 günden fazla olmaması önerilebilir. Östrus belirlenmesinde diğer bir husus ise östrus belirlenmesi işleminin aynı teknik personel tarafından yapılmasıdır. Zira farklı teknik elemanlar tarafından verilen subjektif kararlar öngörülemez sinkronizasyon farklılıklarına neden olabilmektedir (Kanagawa ve ark., 1995; Yılmaz, 1999).

2.7. Donörlerin Tohumlanması

Süperovulasyon uygulaması yapılan ineklerde ovulasyonların 24-48 saat gibi bir zamana yayılması ve süperovulasyon yaptırmak amacıyla kullanılan hormonların etkisiyle sperm ve ovum transportunun zarar görmesi gibi nedenlerle donörlerin birkaç defa ve normalden fazla dozla tohumlanması uygun olur. Tohumlama esnasında aseptik ve hijyenik kurallara azami ölçüde riayet edilmesi gerektiği gibi stres yapıcı faktörlerden ve özellikle adezyona yol açabilecek davranışlardan mümkün olduğunca kaçınmak gerekir (Akyol, 2018).

Donörlerin tohumlanması için en uygun zaman, östrus belirtilerinin görülmesinden sonraki 10-24. arasındır. Kaliteli bir spermayla ilk tohumlamayı yaptıktan sonraki 10-12. saatte ikinci bir tohumlama yapılarak fertilizasyon garantisi sağlanmış olur. Tohumlamada bunların dışında, spermayı daha ileriye bırakmak veya daha fazla sayıda tohumlama yapmak gibi ekstra uygulamalara gerek yoktur. Ancak PMSG ile süperovulasyon yapılması durumunda ovulasyonlar geniş bir zaman aralığına yayılacağından üçüncü bir suni tohumlama yapılabilir. Bunun gerekçesi ise PMSG hormonunun hem östrojen-progesteron dengesini bozarak spermatozoa transportuna olumsuz etki yapması hem de uzun süreli FSH etkisinde kalan ovaryumlarda folikül gelişimi ve ovulasyonların geniş bir zaman aralığına yayılması olarak açıklanmaktadır. Östrus zamanı GnRH uygulamak çoğu zaman bu olumsuzluğu önlemek için yeterli gelmemektedir. Tohumlama sırasında hijyenik kurallara azami şekilde riayet edilmesi ve hayvanda stres oluşturacak davranışlardan kaçınılması icap eder (Curtis, 1991).

2.8. Süperovulasyon Cevabını Etkileyen Faktörler

2.8.1. Foliküler popülasyon

Sekstüel siklusun luteal fazında 2 veya 3 bazan 4 foliküler dalgalanma şekillenir. Folikül olgunlaşması amacıyla birden fazla folikül büyümeye başlar ve bunların çapı 4 ila 5 mm civarına ulaşır. Bu aşamadan sonra bu foliküllerden yalnız biri hızla gelişerek büyüklük açısından diğerlerinin önüne geçer. Bu foliküle “dominant folikül” adı verilir. Dominant folikül bu aşamada diğerlerinin gelişimini engeller ve yalnız başına gelişimine devam eder. Ovaryumlarda dominant folikül olması durumunda diğerlerinin gelişimi engellendiğinden elde edilen embriyo sayısı az olmaktadır. Genel olarak ineklerde siklusun 4-6 ve 12-14. günleri arasında ovaryumlarda dominant folikül bulunduğu bilinmektedir. Dolayısıyla ovaryumlarda dominant folikül bulunan ve atrezinin başladığı dönemlerde başlanan süperovulasyon için oluşacak cevabın düşük kalacağı göz ardı edilmemelidir (Guilbault ve ark., 1991; Hagemann, 1999; Akyol ve ark., 2014).

2.8.2. Gonadotropin uygulamaları

Ticari FHS ürünleri çok değişik oranlarda LH içermektedir. Optimum süperovulasyon cevabının 5:1 düzeyinde FSH-LH oranına sahip ürünlerle alındığı bildirilmiştir. Ancak son yıllarda gelişen rekombinant teknolojisi ile daha saf FSH müstahzarları geliştirilmiş olup, bu ürünlerde tatmin edici sonuçlar vermektedirler. PMSG ile süperovulasyondan sonra gelişen kalıcı foliküllerden salınan östrojen etkisi ile embriyoların olumsuz yönde etkilendiği bilinmektedir ancak bu durum FSH ile gerçekleştirilen süperovulasyonlarda görülmemektedir. Gonadotropik hormonların uygulama dozları

çoğunlukla hayvanın canlı ağırlığına göre doze edilmektedir. Günümüzde oluşturduğu etkiler ve alınan sonuçlar açısından süperovulatör hormon olarak 3-4 gün süreyle çift doz FSH kas içi uygulamaları tercih edilmekte ve düvelere yetişkin doz, 1/3 oranında azaltılarak uygulanmaktadır. Bununla birlikte emilimi azaltıcı bazı taşıyıcı maddeler ilave edilerek deri altı yola tek doz FSH uygulamaları ya da yarı yarıya azaltılmış doz epidural yolla verilerek te süperovulasyon gerçekleştirilebilmektedir (Mori, 1999; Boland ve ark., 1991; Mori, 2001).

2.8.3. Mevsim etkisi

Ortamdan alınan sıcaklık kaybedilen sıcaklıktan fazla olduğu durumlarda vücut sıcaklığı yükselmeye başlar ve fazla ısının vücuttan atılması için bazı mekanizmalar devreye girer ve ileri durumlarda bazı fizyolojik göstergeler bozulmaya başlar. Sığırlarda stres oluşumunda sıcaklık ve nem iki önemli göstergedir. Süt sığırları için 13-18 °C ve %60-70 arasında nem bulunan bir ortamın, termoregülasyon mekanizmalarının devreye sokulmadığı, çevreden alınan ısının metabolizma sonucu üretilen ısı ile dengede olduğu yani stres oluşturmayacak optimum aralık söylenebilir. Başka bir ifadeyle THI (Temperature Humidity Index) değerinin 72-78 arasında olması gerekir (Sönmez, 2013).

Yaz aylarında fertilité düşüklüğünün en önemli sebebi sıcaklık stresidir. Sıcaklık stresinin hipotalamustaki soğutma merkezini uyarmasının ardından tokluk merkezinin uyarıldığı ve iştahın azaldığı, 20 °C'de 18 kg yem tüketen bir hayvanın 40 °C'de 10 kg yem tükettiği bildirilmiştir. Yem tüketiminin azalması ile oluşan negatif enerji dengesi sonucunda, glikoz, plazma insülin, IgF-1 seviyelerinde düşme doğrudan folikül gelişiminde aksamalara yol açmaktadır. Bu etkiler sonucunda da östrus belirtileri zayıflar ve oosit kalitesi düşer. Vücut sıcaklığındaki artışın ovum ve spermatozoonlar üzerine direkt olumsuz etkisinin yanı sıra sıcaklık stresi sebebiyle salınan adrenokortikotrop hormon (ACTH) vasıtasıyla LH salınımının olumsuz yönde etkilenmesiyle birlikte ovulasyon problemleri ve suböstrus vakalarında artış görülür. Sonuç olarak sıcaklık stresinin yarattığı olumsuzlukların, süperovulasyona karşı oluşan cevabın yani transfer edilebilir embriyo sayı ve kalitesini de düşürmesi beklenir (Gardner, 1998; Sönmez, 2013).

2.8.4. Donörün yaşı

Elde edilen embriyo sayı ve kalitesi bakımından en optimum sonuç düvelerden alınmakla birlikte, ovaryumdaki oosit potansiyelinin tükenmeye başladığı döneme kadar ineklerden de makul düzeyde süperovulasyon cevabı alınmaktadır. İneklerde dokuz yaşa değin elde edilen embriyo sayı ve kalitesinde bir değişim olmadığı ancak bu yaştan itibaren iyi kalite embriyo sayısının düştüğü ifade edilmektedir. Laktasyonun pik yaptığı dönemlerde süperovulasyona gelişen cevabın düşük kalması söz konusu olabilmekte ve bazı araştırmacılar yüksek süt verimli ineklerde süperovulasyon cevabının düşük kalacağını bildirmektedir. Bu yüzden süt verim düzeyinin donörün yaşı ile birlikte değerlendirilerek seçim yapmak yerinde olur (Murphy ve ark., 1984).

2.8.5. Süperovulasyon tekrarları

İneklerde tekrarlanan süperovulasyonlarda genellikle elde edilen embriyo sayısı düşmektedir. Bir başka deyişle süperovulasyonun tekrarlama sıklığı arttıkça embriyo elde etme şansı azalmaktadır. Bu bakımdan süperovulasyonlar arasında belirli bir zaman dilimi olması tercih edilir (Mori, 2001).

2.9. Embriyo transferinde kullanılan solusyon ve mediumlar

Uterus irrigasyonu amacıyla Laktatlı ringer solusyonu veya Modifiye fosfat tampon solusyonu (PBS) kullanılmaktadır. Bu solusyonlar hazır olarak bulunabildiği gibi laboratuvarında da kolayca yapılabilirler. Laktatlı ringer solusyonu kolayca tedarik edilebilen oldukça ekonomik bir solusyondur. Bu solusyonların içerisine %0.3-4 Sığır Serum Albumini (BSA) + %1-10 Buzağı Serumu (CS) ve ayrıca antiyotik olarak 100 mg/L Kanamisin katılır. Önceleri kullanılan TCM-199 ise çabuk pH değişimlerine uğradığından tercih edilmemektedir. Laktatlı ringer solusyonunun bir avantajı embriyonun toplanmasından sonra bahsedilen solusyon içerisinde gelişmemesidir. Yıkama solusyonu içerisine belirli oranlarda antibiyotik ve fungusidler mikroorganizma ile embriyonun ve indirekt olarak uterusun bulaşmasını büyük oranda engeller (Kanagawa ve ark., 1995).

2.10. Uterus Yıkaması (Flushing)

Sığır embriyoları, fertilizasyonu takip eden 5. günden itibaren uterusu göç eder ve 9. günden sonra zona pellusidadan kurtulurlar. Dolayısıyla ineklerde 6-9 günler arasında uterus yıkaması ile embriyoların toplanması için en uygun zaman dilimidir. Embriyolar hem cerrahi ve hem de cerrahi olmayan yöntemlerle toplanabilirse de ineklerde zorunlu olmadıkça cerrahi yöntem kullanılmamaktadır. Cerrahi olmayan yöntemi ilk defa 1949 yılında Rowson ve Dowling uygulamış, 1972 yılında Sugie ve arkadaşları ise geliştirmiştir. Uterus yıkamasıyla genel olarak ortalama 5-6 embriyo toplanabilmektedir. Uterus yıkaması amacıyla insanlarda kullanılan idrar toplama kateterlerinin bir benzeri olan çeşitli tipteki çift yollu (Hava / Solusyon girişi ve çıkışı) balon kateterler veya üç yollu (Hava / Solusyon girişi / Solusyon çıkışı) kateterler kullanılmaktadır (Akyol, 2018).

Uterus yıkaması, balon kateter kullanılarak cerrahi olmayan iki şekilde yapılabilir. Bunlardan ilki yıkama solusyonunun ineğin sağrısından yaklaşık bir metre yükseğe yerleştirilerek solusyonun kendiliğinden uterusu girip çıkması bunun için uterusu rektumdaki el ile bir miktar masaj yapılması ile gerçekleştirilir. İkincisi ise ilk kez Rome ve arkadaşlarının 1980 yılında kullandıkları katetere bağlanan enjektör yardımıyla solusyonun uterustan çekilebildiği yöntemdir. Her iki yöntemde de hayvanın zapt edildiği yerin ön kısmını bir miktar yükselterek sıvı akışı kolaylaştırılmış olur. Uterus yıkama işlemine başlanmadan önce rektum boşaltılarak epidural anestezi yapılır. Bu amaçla 5-6 ml, %2 Lidokain hidroklorür, üst epidural boşluğa verilir. Bazı hayvanların anestezi maddelere duyarlılığı dikkate alınarak anestezi madde dozajı dikkatli yapılmalıdır. Ancak yine de bazı hayvanlarda arzu edilen düzeyde epidural anestezi gerçekleşmemektedir. Perineal bölge önce normal su ile yıkanıp kaba pislikler temizlendikten sonra %70 alkollü pamuk ve/veya iyot içeren solusyonlarla bölgenin dezenfeksiyonu sağlanır. Rektal muayene ile ovaryumlardaki CL sayısı ve patlamamış foliküller tespit edilerek süperovulasyona karşı gelişen cevabın belirlenerek kayıt altına alınması yerinde olacaktır. Özellikle düvelerde servikal kanal dar olduğundan bir genişletici (ekspander) yardımıyla servikal kanalın genişletilmesine ihtiyaç duyulabilir (Akyol, 2018).

Uterus yıkaması amacıyla kullanılacak olan solusyon uterustan bir metre yukarı sabitlenerek yıkamanın yerçekimi yardımıyla yapılması embriyoların basınç altında kalmaması adına daha uygundur. Yıkama solusyonunun içerisine %0.3-4 BSA veya %1 oranında CS ve antibiyotik katılması gerekir. Ayrıca yıkama solusyonunun sıcaklığının 30 °C civarında tutulması gerekir. Özellikle kış aylarında 20 °C'nin altına, yaz aylarında ise 35 °C'nin üzerine çıkmamasına özen gösterilmelidir. Balon kateter transservikal olarak geçilerek bifurkasyon bölgesinden yaklaşık 5-7 cm ileride balon şişirilir. Verilen hava miktarı rektumdaki diğer el vasıtasıyla kontrollü olması sağlanır ve kornu uterinin büyüklüğü göz önüne alınarak belirlenir. Çoğunlukla 10-25 ml arasında hava yeterli olur. Uterus yıkaması işlemi balonun uterusun korpus bölgesinde şişirilmesi tarzında ve iki kornu uterinin birlikte yıkanması tarzında olabilirse de uygun olanı tek tek kornuların yıkanmasıdır. Ancak bazı durumlarda anatomik yapı veya tecrübe eksikliği sebebiyle iki kornu uteri birlikte yıkanabilir. Uterus yıkamasına kornulara az hacimde sıvı verilerek başlanmalı arkasından her defasında kornuların alabileceği miktarda sıvı verilerek ve her kornu uteri yaklaşık 250-500 ml sıvı ile yıkanabilecek tarzda işlem sürdürülür. Sıvı verilmesinin ardından uterus apeksi rektumdaki el yardımıyla yukarı kaldırılmalı mümkün olabildiği durumlarda kornu uteri önden arkaya doğru nazikçe masaj yapılarak sıvı akışı sağlanmalıdır. Bu şekilde 3-5 kez sıvı verilip alınması tekrarlanmalıdır. İşlemi gerçekleştiren şahıs devamlı olarak eli ile uterusu kontrol altında tutmalı gereğinden fazla sıvı verilmesini engellemelidir. İkinci kornu uteri yıkanması amacıyla yeni bir kateter kullanılmalıdır. Yıkama işlemi mümkün olabildiğince kısa sürede tamamlandıktan sonra kontaminasyon riskini ortadan kaldırmak amacıyla uterusu iritan olmayan antibiyotik veya iyot solusyonları verilmelidir. Bazı araştırmacılar ardı ardına yapılan uterus yıkamalarının dördüncüsünden sonra embriyo toplama oranının bir hayli düştüğünü bildirmektedirler. Yıkama sonunda mevcut CL sayısının %70'i kadar embriyo alınması durumunda yıkama sonucu başarılı olarak kabul edilebilir. Toplanan yıkantı 70 µm genişliğinde gözenekleri olan filtreler yardımı ile süzülerek, alt kısımları karelere bölünmüş olan 90 mm çapındaki petriyelerde, stereo mikroskop altında ve 10-15X büyütmede arama işlemi yapılır. Embriyo taraması zikzaklar tarzında olmalı ve mümkünse bir başkası tekrar aynı petride ikinci bir tarama yapılmalıdır (Herman ve ark., 1994; Kanagawa ve ark., 1995).

Bulunan embriyolar başka bir küçük petriye konulmuş olan PBS (%20 CS + %0.4 BSA + antibiyotik) solusyonuna aktarılır. Daha sonra embriyolar değerlendirmeye tabi tutulurlar. Embriyoların taşınmasında ucu alevde çekilerek uzatılmış cam pastör pipetleri veya bu işlem için hazır satılan ürünlerden yararlanılabilir. Embriyo değerlendirmesi, gelişim durumlarına göre ve kalitelerine göre yapılır. İmkân varsa X40 veya X100 büyütme invert mikroskop bu iş için oldukça uygundur. Kalitelerine göre embriyolar, mükemmel, iyi, medium ve zayıf olarak değerlendirilir ayrıca fertilize olmamış (UFO) ve dejenere olmuş embriyolar da tespit edilerek ayrılır (Curtis, 1991).

2.11. Embriyo Gelişim Safhaları ve Embriyo Değerlendirilmesi

2.11.1. Embriyo değerlendirme mediumları

Embriyoların elde edildikten sonra en kısa sürede taşıyıcı hayvanlara transfer edilmesi veya dondurularak muhafaza edilmesi gerekir aksi durumda embriyolardan alınan gebelik oranları olumsuz yönde etkilenecektir. Embriyoların değerlendirilmesi safhasında kullanılan solusyonların en önemli özelliğinin embriyo hayatı için optimum şartları sağlamasının yanında oda sıcaklığı koşullarında pH değişimlerine karşı stabil olmasıdır. Bu koşulları sağlayan en uygun solusyon modifiye fosfat tampon solusyonudur (M-PBS). Ayrıca %10-20 buzağı serumu (CS) katılması yerinde olur ve taze transfer yapılacaksa embriyo aynı solusyon içerisinde payetlere alınarak transfer edilebilir. Bu işlemler için TCM-199 mediumu kullanılabilir de kısa süre içerisinde pH yükselmesi gerçekleştiğinden dikkat edilmelidir. Ayrıca Ham's F10, SOF (sentetik ovidukt sıvısı), Menezo's B-2, Brinster's Medium, Eagle MEM gibi bazı mediumlarda anılan işlemler için kullanılabilir (Kanagawa ve ark., 1995).

2.11.2. Embriyoların gelişim safhaları

Embriyonun gelişim aşaması uterustan toplanma zamanına göre değişim gösterir. Genellikle uterusun çeşitli bölgelerinde suni tohumlamadan üç gün sonra 4-8 hücreli embriyo, 4 gün sonra 8-16 hücreli embriyo, 5-6 gün sonra morula, 6-7. gün ise kompakt morula ve blastosist ve 7-8. gün uterus yıkamalarında ise blastosist ve genişlemiş (expanded) blastosist aşamasında embriyolar olduğu gözlenir. Ancak uterus yıkaması 6-8. günlerde yapıldığında çoğunlukla kompakt morula, erken blastosist ve genişlemiş blastosist safhalarında embriyolarla karşılaşmak söz konusu olacaktır. Suni tohumlamanın ardından 6-8. günler arasında yapılan uterus yıkamasının ardından elde edilen iki, dört veya sekiz hücreli bir embriyo bulunması durumunda embriyo gelişimiyle ilgili bir sorun olduğunu düşünmek gerekir. Uterus yıkamasının ardından elde edilen ve transfer için uygun olmayan zayıf kalitedeki embriyoların şayet imkân varsa uygun kültür mediumları içerisinde 24 saate kadar *in vitro* embriyo kültürü için kullanılan inkubatör içerisinde inkübasyona bırakılarak gelişim durumlarının kontrol edilmesinde fayda vardır. Ancak daha uzun inkübasyon sürelerinde gebelik oranları önemli ölçüde düşecektir. Bu amaçla TCM-199, %20 CS + Ham's F-10, BMOC-3 (Brinster mediumu), Menezo B-2 mediumu veya %20 CS + PBS gibi değişik kültür mediumlarından istifade edilebilir (Linder ve ark., 1983; Bo ve Mapletoft, 2013).

2.12. Embriyoları Canlılığını Etkileyen Bazı Faktörler

Memeli embriyosu aseptik ve sıcaklığı sabit uterus ortamında gelişir. *In vitro* çalışmalarda da, bahsedilen uterus ortamına yakın çevresel şartların sağlanması gerekmektedir. Aksi halde embriyoda bazı hasarlar meydana gelmesi olasıdır bu da embriyonun gelişimi ve nakilden sonra gebelik oranlarını olumsuz yönde etkiler.

Ortam sıcaklığı: Embriyo uterustan alındıktan sonra optimum 25 °C de tutulması gerekir. 15 °C derece embriyo için kritik ısı derecesi olup daha az ısı derecelerinde hücre membranında bazı bozulmalar meydana gelmektedir. Ortamdaki ısının artmasına bağlı olarak madde alışverişinin de artacağı ve embriyo değerlendirme mediumlarının embriyo beslenmesine çok uygun olmadığı göz önüne alınmalı aksi halde uygun mediumlar kullanılmalıdır. **Işık:** Embriyo mümkün olduğunca az ışığa maruz kalmalıdır. Mikroskopide mümkün olan en kısa sürede işlemin bitirilmesi embriyo hayatı için önemlidir. Ayrıca mikroskoplarda kullanılan ışık kaynağının oluşturduğu ısı da dikkate alınarak zaman zaman mikroskop tablasının kontrol edilmesinde yarar vardır. **Titreşim (Vibrasyon):** Embriyonun içinde bulunduğu kabın sarsıntısı ile embriyoda fiziksel hasarlanmalar oluşabilir. Bunun dikkate alınarak

embriyo toplama şişelerinin ya da benzeri kapların çalkalanmaması gerekir. *Ortamın ozmotik basıncı:* Embriyonun optimum ozmotik basınç ortamının 260-300 mOsm/kg olması gerekmektedir. Hipertonik bir solüsyon içerisinde embriyo su kaybederek büzülebileceği gibi hipotonik bir solüsyon içerisinde de içerisinde su alarak patlayabilir. *Hidrojen iyon konsantrasyonu:* Embriyo için ideal pH derecesi 7.4 olup Fenol kırmızısı kullanılarak bu düzey ayarlanabilir. Fenol kırmızısı indikatörü vasıtasıyla solüsyonun pH'sı gözlemlenebilir (Sarı: çok düşük pH, Pembe: çok yüksek pH, Turuncu: uygun pH) *Ortamdaki protein varlığı:* Medium içerisinde genellikle %0.3-4 BSA ve/veya %10-20 CS katılmalıdır. Bu tür protein tabiatındaki unsurların embriyonun bulunduğu kabın cidarına yapışmasına engel olması gibi önemli bir fonksiyonu da vardır (Akyol, 2018).

Enerji kaynağı ve O₂ ve CO₂ konsantrasyonu: Enerji kaynağı olarak glikoz katılır. %5 CO₂ ortamı embriyo için uygundur. Ortamdaki yüksek oksijen konsantrasyonu sebebiyle serbest radikallerin oluşumu bunlarında embriyo üzerine toksik etki yapması olasıdır. *Antibiyotik varlığı ve kontaminasyon durumu:* Gentamisin türü antibiyotiklerin embriyo üzerinde zararlı etkide olduğu kanıtlanmış bunun yerine penisilin, streptomisin kombinasyonları ya da amfoterisin-b, kanamisin gibi antibiyotikler ve fungusidler tercih edilmelidir. Embriyo kontaminasyonu çeşitli sebeplerden ileri gelebilmektedir. Kullanılan aletlerle direkt temas, steril malzeme kullanılmaması, kültür mediumunun steril şartlarda hazırlanmaması, serumun kontamine hayvandan sağlanmış olması, steril şartlarda embriyo toplanmaması kontaminasyon için olası sebeplerdir. Bütün bu olumsuz şartlardan azami ölçüde kaçınılması ve aseptik şartlarda çalışılması gerekir. Embriyo manüplasyonlarının yapıldığı ortamın bakteri ve tozlardan arı olması, ellerin ve giysilerin temiz olması da önem arz etmektedir. Bütün bahsedilenlere rağmen kontaminasyonların engellenmesi için kullanılan solüsyonlara antibiyotik katılması yerinde olur. *Ani çevresel değişimler:* Ani çevresel değişimler embriyonun hayatiyeti bakımından büyük önemi haizdir. Özellikle ortamın ısı derecesinin sabit tutulması şarttır. Embriyo toplanması sırasında çevre ısısının 25-30 °C`de sabitlenmesi gerekir. Embriyonun bulunduğu mediumun açık bırakılması zamanla evaporasyona yol açacağından muhtemel pH ve ozmotik basınç değişimleri söz konusu olacaktır. Bunlardan sakınmak amacıyla sıvı parafin kaplama yöntemi kullanılabilir (Kanagawa ve ark., 1995; Krisher ve Bavister, 1998; Akyol, 2018).

3. İN VİTRO EMBRİYO ÜRETİMİ

3.1. İn Vitro Fertilizasyon (İvf)

Ovaryumlardan elde edilen oositlerin laboratuvar ortamında maturasyonu, uygun şartlar sağlanarak elde edilen spermatozoonlarla bu oositlerin fertilizasyonu ve kültür süreçleri sonunda embriyo elde edilmesini kapsayan bir tekniktir. Dünyada ilk kez 1959 yılında Chang tarafından in vitro embriyo üretiminden tavşanlardan yavru elde edilmiştir. İlerleyen yıllarda, folikül ve oosit fizyolojileri, spermatozoonların fertilizasyon yeteneklerinin dayandığı ilkelerin aydınlatılması ile birlikte in vitro embriyo üretimi alanında önemli gelişmeler yaşanmış ve bu teknik 1980'li yıllardan sonra çiftlik hayvanları için de kullanılabilir olmuştur (Kanagawa ve ark., 1995). Ülkemizde in vitro fertilizasyon konusunda ilk çalışmalara 1984 yılında tavşanlar üzerinde başlanmıştır. 1985 yılında fareler üzerinde, 1997-1999 yılları arasında koyun ve inekler üzerinde devam etmiştir. 2002 yılında İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesinde ülkemizin ilk in vitro üretim kuzuları, 2005 yılında ise Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü'nde ülkemizin ilk in vitro üretim buzağısı elde edilmiştir (Birlir ve ark., 2002; Akyol ve ark., 2005).

İn vitro fertilizasyon, aynı türe ait ovum ve spermatozoonların suni ortamlarda, olgunlaştırılması, birleştirilmesi ve kültürde gelişmelerinin sağlanması süreçlerini kapsar. Memelilerdeki gamet fizyolojisinin büyük ölçüde anlaşılmasından sonra bu konuda önemli aşamalar kaydedilmiştir. İneklerde süperovulasyon tekniğinin maliyetinin yüksek olması bilim adamlarının *in vitro* maturasyon ve fertilizasyon üzerindeki ilgisini artırmıştır. Zira bu teknik hem ovaryum potansiyelinden daha fazla yararlanabilme imkânı sunmakta hem de daha az maliyet ve külfetle gerçekleştirilebilmektedir. Henüz günümüzde bile pek çok sırrı içinde barındıran ancak ana hatlarıyla ortaya konabilen, ovaryum dinamiği ve oosit oluşumundaki bazı soru işaretleri de kalktığında daha etkin bir *in vitro* fertilizasyon süreci ortaya konabilir. Histolojik çalışmalar ovaryum üzerindeki foliküllerin %50'den fazlasının atrezinin çeşitli aşamalarına zaten girmiş olduğunu göstermektedir. Bu foliküllerin

de İVF prosedürüne dâhil edilebilmesi ancak oositlerin biyolojik programlarının net olarak anlaşılabilmesi ve kültür sistemlerinin bu yönde geliştirilmesine bağlıdır (Akyol, 2018).

İn vitro embriyo üretiminde, anne karnındaki yavruda yüksek oranda anomalilerin görülmesi, normal koşullara göre daha yüksek embriyonik ölüm görülmesi, normale göre daha büyük yavru gelişimi ve fazlaca güç doğumlar söz konusu olmaktadır. Ayrıca *in vitro* embriyo gebeliklerinde, gebelik süresinde çoğu kez bir haftalık sapmalar gözlenmekte, bu teknikte elde edilen embriyolarda normale göre daha az dondurulabilirlik oranları söz konusu olabilmektedir. Normale göre daha büyük yavru gelişimi, bazı araştırmacılara göre, inkubasyon sürecinde yapılan serum muamelesine bağlanmaktadır. *İn vitro* üretim embriyo ile gebeliklerde, araştırma sonuçlarına göre erkek embriyolar dişi embriyolara göre daha iyi gelişme göstermektedir. Dolayısıyla *in vitro* embriyo üretim tekniği, üzerinde araştırma geliştirme (ARGE) çalışmalarına ihtiyaç duyulan dinamik metot olarak ifade edilebilir (Kanagawa ve ark., 1995).

3.2. Oosit Maturasyonuna Etki Eden Faktörler

3.2.1. Maturasyonu destekleyici faktör (MDF)

Oosit olgunlaşmasını başlatıcı bir etken olup, germinal vezikül yıkılmasını, kromozom kondenzasyonu ve iğ iplikçiklerinin oluşumu gibi seri olayların problemsiz bir şekilde başlamasına yardım eder. MDF, karışık protein yapısında bir madde olup iki alt birimden oluşur. Bunlar; p34^{cdc2} ve cyclinB'dir. Birinci komponent katalizör diğeri ise ayarlayıcı etki yapar. MDF yoğunluğu, birinci metafaz da en yüksek seviyeye ulaşır ve daha sonra anafaz-telofaz aşamasında iken bu faktörün aktivasyonunda süratli bir kayıp oluşur. Oosit hücrenin ikinci metafaz aşamasına ulaşmasıyla MDF seviyesinde yeniden bir artış olur. *İn vitro* inek oositinin gelişiminde bu yükselişler kültür başlangıcından itibaren 9-12 ve 18. Saatlerde oluşmaktadır. Mayoz bölünmelerin kaldığı yerden yeniden başlaması ve maturasyon süreci, fosforilasyon ve defosforilasyon olayları kinaz ve fosfatazların kontrolünde oluşur (Whitaker, 1996).

3.2.2. Mayoz kilitlenmesi (Meiotic arrest)

İneklerde oosit olgunlaşması, maturasyon sürecinin birkaç defa durması ve tekrar başlaması şeklindedir. Olgunlaşma sürecinin hücre içi ve dışı faktörler tarafından engellendiği bu safhalara dinlenme safhası, bu olaya da "mayotik kilitlenme" adı verilir. İlk mayotik kilitlenme, doğumdan önceki hayatta (prenatal) oositin, mayozun ilk safhasına (diploten) doğru ilerlediği zaman oluşur. Atrezi sürecine girmeyen oosit preovulatör LH piki gerçekleşinceye dek aynı formda uzunca bir zaman kalır. Sonraki mayotik kilitlenme, oosit ikinci mayoz bölünmenin metafaz safhasına ulaştığında gerçekleşir. Fertilizasyon ya da partenogenetik bölünme sonucu mayoz bölünme tamamlanır (Hyttel ve ark., 1997).

3.2.3. İnhibitörler

Foliküler hücrelerce yapılan ve mayoz bölünmenin durdurulmasını sağlayan biyolojik maddelerdir. α -amanitin, 5,6-dichloro-1-B-D-ribofuranosyl benzimidazole gibi bazı maddeler RNA transkripsiyonunu önlediklerinden bunlara transkripsiyon inhibitörleri denir. Cycloheximide, Puromycin gibi bazıları da protein sentezine mani olmak suretiye etkilerini gösterirler. Okadaik asit, Vanadate, 6-dimethylaminopurine (6-DMAP), Butyrolactone ve Roscovitine gibi Fosfataz inhibitörleri ise MDF içeriğindeki maddelerin fosforilasyonunu denetlemek suretiyle etki yaparlar (Mayes, 2002).

3.2.4. Foliküler sıvı

Folikül sıvısı ovaryum için büyük fizyolojik, metabolik ve kimyasal etkilere sahiptir. Bu etkiler yoluyla çekirdek ve oosit gelişimi, folikül yırtılması, yumurta hücrenin serbest kalması ve fertilizasyon gerçekleşmektedir. Folikül sıvısı, granuloza hücrelerinin işlevlerinin ayarlanması, oosit gelişimi, ovulasyon ve yumurta hücrenin ovidukta ulaşması, korpus luteum şekillenmesi, foliküler siklusa etkili uyarıcı ya da inhibe edici maddeleri bulundurmak gibi faaliyetlerde görev alır. Pubertaya ulaşan düvede salınmaya başlayan Folikül stimulan hormon (FSH) ve Luteinleştirici hormonun (LH) sinerjik etkisiyle folikül gelişimi başlar. Öncelikle FSH ve sonra cAMP etkisiyle aromatik aktivite yükselerek östradiol oluşumu tetiklenir. Plazma eksudatı ve folikül hücrelerinin salgılarından foliküler sıvı oluşur. Foliküler sıvı inorganik madde içeriği bakımından kan plazmasının bileşimine yakın bir değerdedir. Foliküler

siklik evrede bu sıvıda bol miktarda östadiol-17 β bulunur. İneklerde, foliküler sıvıdaki östradiol yoğunluğu ileri aşamalarda artış göstermekte ama progesteron düzeyi fazla değişmemektedir. Oositin olgunlaşma sürecinde granuloza hücrelerinin FSH ve LH'ya olan duyarlılığı östrojenden dolayı artar ve granuloza hücrelerinde bazı değişimlerin başladığı görülür. İleri foliküler aşamada LH/FSH yükselişini takiben östrojen seviyesi düşerken, progesteron üretimi hızlanmaktadır (Edwards, 1974; Voss ve Fortune, 1991).

3.2.5. Oosit vericisinin fizyolojik durumu

Ovaryumlarında antral folikül bulunan, seksüel olgunluğa ulaşmış düveler oosit vericisi olabilir. Oosit vericilerinden toplanan oositlerde sayı ve kalite olarak büyük farklılık olduğu görülmektedir. Bunun sebebi de donör hayvanların genetik durumları, bakım ve besleme şartlarındaki değişikliklerdir. Genel olarak sağlık durumları, çevre koşulları ve beslenme şartları iyi olan donörlerden alınan oositlerin sayı ve kalitesi yüksektir. Her ne kadar hayvanlardan puberta öncesi oosit alınabilirse de, elde edilen oositlerde yeteri kadar hormon reseptörü bulunmadığından alınan bu oositlerin gelişim yetenekleri sınırlıdır. Benzer şekilde sıcaklık stresi altındaki ineklerden toplanan oositlerin gelişimi ve embriyo oluşturma kabiliyetleri düşüktür (Galli ve Lazzari, 1996; Nagai, 2001; Al Katanani ve ark., 2002).

3.2.6. Östrus siklusu ve foliküler dalgalanma ve folikül büyüklüğü

İneklerde siklik dönemde foliküler dalgalanma adı verilen düşük frekanslı gonadotropin artışları olur. Çoğunlukla %70 oranında iki foliküler dalgalanma, bazan üç foliküler dalgalanma olurken, dört foliküler dalgalanma seyrek olarak oluşur. Gonadotropin artışlarını takiben folikül gelişimi başlayarak bir grup folikül eş zamanlı olarak gelişim sürecine girer. Çoğu kez bu foliküllerin büyüklükleri 4-5 mm'ye ulaşır. Gelişimi devam eden folikül grubu içinden çoğu kez bir folikül baskın duruma gelir. Dominant folikülün gelişim priyodu sırasında ardışık foliküler dalga engellenir ve gelişimi engellenen ikincil foliküller atrezi safhasına girerler. Atrezi aşamasına giren foliküllerin içerisindeki oositlerin *in vitro* gelişim yetenekleri oldukça düşüktür. Dolayısıyla foliküler aşamada atrezi safhasına girilmeden oosit toplanması *in vitro* embriyo üretiminde başarıyı artırmaktadır. *In vitro* embriyo üretiminde çoğunlukla 2-6 mm çapındaki foliküllerden yararlanılır. Çapı 2 mm'ye ulaşmamış foliküllerde oositin yeteri düzeyde RNA sentezi yapamamış olmasından dolayı gelişim kabiliyetleri çok düşüktür (Kojima, 1999; Mori, 2000).

3.2.7. Kumulus oosit kompleksi (COC)

Foliküler üç farklı hücreden oluşur. Bunlar, granuloza hücreleri, teka hücreleri ve oositir. Granuloza ve teka hücreleri topluca mayotik dinlenme safhasındaki oositin yaşamsal gereksinimlerinin karşılanmasına ve gelişim sürecine giren oositlerin maturasyon yeteneği kazanmalarına destek verirler. Oositle birlikte granuloza hücrelerine hep birlikte Kumulus Oosit Kompleksi (COC) adı verilir ve bu hücrelerin tamamı doğrudan ve dolaylı bir şekilde ilişki halindedirler (Hagemann, 1999).

Oositin sorunsuz bir şekilde gelişim göstermesi, beslenmesi için kumulus hücreleri önemli bir görev üstlenmektedir. Spermatozoa kromatinlerinin dekondenzasyonu, protaminlerin histonlar tarafından yer değiştirmesi priyodunda disülfid bağlarının azaltılmasından sorumlu olan glutasyonun oranı oositin gelişim süreci içinde artar ve II. metafaz aşamasında en yüksek düzeyine çıkar. Glutasyon ayrıca kumulus hücrelerindeki RNA sentezinin ayarlanmasında da önemli bir görev yapmaktadır. Folikül içi steroid sentezinde önemli rol oynayan teka hücreleri, progesteronlardan androjenleri sentezlemekle birlikte aromatik aktiviteyi yüksek değildir. Buna rağmen granuloza hücreleri sahip oldukları yüksek aromataz aktivitelerinden dolayı eksojen androjenleri dahi östrojenlere çevirebilirler. Dolayısıyla kumulus hücreleri uzaklaştırılmış oositlerde gelişim ve fertilizasyon kabiliyetleri düşüktür (Gordon, 1994).

3.2.8. Oosit kalitesi

Oositin *in vitro* gelişimi kaliteli olmasıyla direkt ilgilidir. Sitoplazmanın homojen görünümde olması, kompakt yapıda kumulus hücreleri ile sarı bir oosit maturasyon kabiliyetinin önemli göstergeleridir. Bundan dolayı, kumulus hücreleri ve gerekse oosit sitoplazması hep birlikte değerlendirilmeye alınır. Yaygın olarak A, B, C, D şeklinde sınıflandırma yapılır ve bu sınıflandırmaya göre D grubu oositler maturasyon sürecine alınmaz. A ve B sınıfındaki oositler normal *in vitro* maturasyon yeteneği göstermekte ancak C ve D sınıfındakilerin ancak %10'u gelişebilmektedir.

Normale göre küçük boyutta olan oositler ve koyu renkli olan oositler de C ve D sınıfına girenler gibi mature olabilmektedir. Bazı araştırmacılar oositleri “seçkin”, “seçkin olmayan” şeklinde kategorize etmektedirler (Younis ve ark., 1989; Brackett ve Zuelke, 1993).

3.2.9. Maturasyon süresi

Kumulus hücrelerinin genişlemesi (ekspansiyonu) ile germinal vezikül yıkımı ve I. polar cisimciğin atılması arasında yakın bir ilişki söz konusudur. İnek oositlerinde, maturasyon zamanı olarak 18-27 saat arasında farklı süreler bildirilmiştir ancak çoğunlukla maturasyon için 22-24 saat kullanılmaktadır. Genel olarak inek oositlerinin germinal vezikül oluşumu 0-6.6, germinal vezikül yıkımı 6.6-8.0, I. metafaz 10.3-15.4, I. anafaz ile telofaz 15.4-18.0 ve II. metafaz ise 18.0-24.0. saatler arasında oluşur (Gordon, 1994; Birler ve ark., 1998; Abdoon, 2003).

3.2.10. Sıcaklık, nem ve çevresel gaz bileşimleri

Olgunlaşma ortamının sıcaklığı, oositin olgunlaşma ve döllenme yeteneğini etkileyen önemli bir faktördür. Germinal vezikül yıkımı ve I. metafazın son evreleri oosit olgunlaşma sürecindeki en hassas aşamalardır. Düşük sıcaklık seviyelerinde, mayoz iğ iplikçiklerinin oluşumu durur. *In vitro* maturasyon işleminde normal iğ morfolojisinin korunduğu ve 39°C'ye yakın sıcaklıklarda maturasyon oranının optimum olduğu bildirilmiştir (Ocana ve ark., 1999). İnkübasyon ortamında çevresel namin % 95'in üzerinde olması gerekir (Nagai, 1999). Oosit olgunlaşmasında, yüksek oksijen konsantrasyonunun oositler üzerindeki olumsuz etkisini azaltmak için alternatif olarak %5 CO₂, %5 O₂ ve %90 N₂ kullanılabilir. Yüksek oksijen konsantrasyonu oosit olgunlaşmasını engeller. Bu bağlamda, *in vitro* kültür koşullarında %20 oranında oksijen yüksek olarak kabul edilir ve %5-10 oksijen seviyesi en uygun olgunlaşma oranını sağlar (Tervit ve ark., 1972; Takahashi ve ark., 1996).

3.2.11. Maturasyon ortamlarının ozmotik değerleri

In vitro kültür koşulları oosit için en uygun şekilde olmalıdır. Bu amaçla kullanılan ozmotik basınç, vücut içi sıvıların değerine yakın (308 mOsm) olarak ayarlanmalıdır. Yüksek ozmotik basınca sahip kültür ortamında dejeneratif oosit sayısının yüksek olduğu görülür. Dolayısıyla yüksek ozmotik basınçlı bir ortamda oositlerin gelişim kabiliyetleri önemli ölçüde azalmaktadır (Bae ve Foote, 1980; Mazur ve Schneider, 1986; Gardner, 1998).

3.3. Maturasyon Amacıyla Kullanılan Mediumlar

Maturasyon amacıyla çoğunlukla 35 mm eninde olan petrielerde 50-100 µl medium içinde 10-20 kadar oosit veya 600 µl medium içerisinde 100 oosit olacak şekilde kullanılmaktadır. İkinci durumda veya pH değişimleri daha az söz konusu olur. Oosit maturasyonunda kullanılan mediumlar basit ve bileşik olarak gruplandırılabilir. Temel fizyolojik tuzlardan oluşan ve genelde bikarbonatların tampon olarak kullanıldığı sistemler basit sistemlerdir. Bu mediumlara, piruvat, laktat tuzları ve glukoz ilave edilebilmektedir. Bileşik maturasyon mediumları ise basit medium içeriklerine ilave olarak amino asit, vitamin, pürin gibi serum içerisinde bulunan maddeleri de barındırmaktadır. En yaygın olarak kullanılan bileşik maturasyon mediumu TCM-199'dur. Bunun yanı sıra, Ham's F-10, Menezo-B2 diğer yaygın olarak kullanılan bileşik mediumlardır (Brackett ve ark., 1989; Liu ve ark., 1991; Abdoon, 2003).

3.4. Maturasyon Mediumuna Yapılan Katkılar

3.4.1. Gonadotropik hormonlar

Gonadotropik hormonlar, oosit maturasyonu, fertilizasyonu ve erken embriyo gelişimi üzerine farklı şekil ve düzeylerde etki yaparlar. FSH'nin en büyük rolü kumulus hücre ekspansiyonu ve sperm kapasitasyonu ile fertilizasyon aşamasında gerçekleşir. *In vitro* ortamda FSH, granuloza hücrelerindeki aromatik aktiviteyi artırarak ortamın androjenden östrojen karaktere dönmesini sağlar. LH ise daha çok fertilizasyon sonrası *in vitro* embriyonik gelişim kabiliyetini artırır. Dolayısıyla *in vitro* oosit gelişimi amacıyla yaygın olarak FSH ve LH kombinasyonu kullanılmakta ve maturasyon ve fertilizasyonda tatmin edici neticeler alınmaktadır (Fukushima ve Fukui, 1985; Fukui ve Ono, 1989; Zuelke ve Brackett, 1993; Eyestone ve Boer, 1993; Marquant ve Humblot, 1998).

3.4.2. Östrojen 17- β (E2) ve progesteron

Östrojen ve progesteron, *in vitro* oosit maturasyonunu indüklemek için ortama eklenir. Östrojen sıklıkla sinerjik bir etkileşimden dolayı gonadotropinlerle beraber kullanılır (Moor ve Trounson, 1977). Östradiol, foliküler gelişim ve ovulasyonda önemli rol oynamaktadır. Granuloza hücrelerinin gonadotropine yanıt olarak, steroid sentezini artırdıkları, bunun da folikül hücresi proliferasyon ve farklılaşmasına yol açtığı bilinmektedir. Ovulasyon LH yükselişi foliküllerde oositlerin mayoz bölünme için olgunlaşmasını tetikler. Ovulasyondan sonra, östradiol seviyesi zamanla azalır ve progesteron seviyesi artmaya başlar. Oositlerin olgunlaşması için östradiol/progesteron dengesi çok önemlidir. Bununla birlikte, progesteronun foliküler gelişim üzerindeki etkisi henüz tam olarak bilinmemektedir (Gordon, 1994). Östradiolün *in vitro* olgunlaşma ortamına katılması, sığır oositlerinin nükleer ve sitoplazmik olgunlaşmasını şansını artırır. LH ve FSH ile birlikte kullanıldığında ise hem maturasyon hem de bölünmeler için faydalıdır. Bu etkilerin ortaya çıkması, maturasyona alınan oositlerin COC yapısında olmasıyla mümkün olmaktadır (Fukushima ve Fukui, 1985; Younis ve ark., 1989).

3.4.3. Büyüme faktörleri

Olgunlaştırma ortamına ilave edilen (GH) hormonu, granuloza hücreleri tarafından üretilen insülin benzeri büyüme faktörü (IGF-I) seviyesinin artırılması suretiyle etkili olmaktadır (Izadyar ve ark., 1998).

3.4.4. Protein (Serum ve Albumin) katkıları

Kültür ortamında protein yokluğunda embriyoların metabolik aktivitelerinde ve gelişim kapasitesinde düşüş söz konusu olmaktadır. *In vitro* fertilizasyon protokollerinde sığır serumu ve sığır serum albümini yaygın olarak kullanılmaktadır (Ocana ve ark., 1999; Gomez ve Diez, 2000). Sığır serum albümini, ortamın pH'sını tamponlama ve ağır metal unsurlarını albümin şelatlarına dönüştürerek etkisiz kılması suretiyle etkili olur (Ali ve Sirard, 2002). Fötüstan elde edilen serumun serum albüminine göre daha etkili olduğu düşünülmektedir. Ancak kızgınlıktaki inek serumu ile birlikte LH kullanımı ile tatmin edici bir seviyede fertilizasyon oranı elde edildiği belirtilmektedir (Schellander ve ark., 1990; Zuelke ve Brackett, 1990). Serumlar, kastre edilmiş erkek serumu, fetal buzağı serumu, proöstrustaki inek serumu vb şekilde *in vitro* maturasyon ortamına katılabilmektedir. Bununla birlikte, çeşitli kaynaklardan elde edilen serumlarda hormon seviyeleri farklı olmaktadır. Misal olarak fötustaki kan parametreleri büyük ölçüde annedeki durum gibidir (Nakada ve ark., 2000). Serumun ve kültür ortamlarında kullanımı kontaminasyon gibi birçok riski de beraberinde getirmektedir. Benzer şekilde gebelik süresinde değişimler, normale göre daha ağır fötüs, yüksek abort oranları gibi olumsuzluklar kültür ortamında kullanılan serumların dezavantajları olarak ortaya çıkmaktadır. Bu gibi sorunların önüne geçmek için serum kullanılmayan kültür mediumları geliştirilmiştir (Saeki ve ark., 1991; Hoshi, 2003).

3.4.5. Antioksidan ve foliküler sıvı katkıları

In vitro kültür ortamında yüksek oksijen olması durumunda, serbest oksijen radikalleri ve oksidasyon ürünlerinin oluşumu ile sonuçlanır. Kültür ortamındaki oksidasyon ürünlerinin miktarının azaltılması amacıyla antioksidan maddeler katılmasında fayda vardır. Bu maksatla β -merkaptöetanol, DL-a-tokoferol, etoksikuin vb. gibi antioksidanlar kullanılabilir (Steele ve ark., 1974; Fujitani ve ark., 1997). Folikül hücrelerinin metabolik aktivitesiyle değişime uğramış folikül sıvısı, steroid ve glikozaminoglikanları da içeren bir yapıya sahiptir. Sığır foliküler sıvısının *in vitro* embriyo kültüründe kullanımıyla nükleer ve sitoplazmik olgunlaşma oranını %10-20 oranında artırdığı gözlenmiştir (Chauan ve ark., 1997).

3.4.6. Hücresel katkılar

Ko-kültür de denen bu işlem bazı hücrelerin *in vitro* ortama eklenmesi suretiyle, ortamda serbest oksijen konsantrasyonunu düşürmek ve sonuçta 8-16 hücreli embriyoların gelişimini durduran bloklanmayı önlemek için kullanılır. Bu maksatla değişik türlerin üreme organları dışında kalan dokularından elde edilen farklı hücre çeşitleri kullanılır. Granuloza ve teka hücreleri, sığır yumurtalıklarından elde edilen epitel hücreleri ve yeşil maymun böbrek epitel hücreleri gibi değişik tipte hücreler bu amaçla kullanılmaktadır (Wiemer ve ark., 1991; Pegoraro ve ark., 1998).

3.5. İn Vitro Maturasyon Ölçütleri

Oositlerde olgunlaşma, kumulus hücrelerinin genişlemesi (ekspansiyonu), oositin metafaz I aşamasına girmesi, germinal vezikül yıkımı ve ilk kutup cisimciğinin oluşumu ile oositin metafaz II evresine geçişi şeklinde cereyan eden olaylardır. Genel olarak kumulus ekspansiyonu ve/veya kutup cisimciğinin atılması oositlerin olgunlaştığının kanıtları olarak gösterilir (Süss ve Stranzinger, 1987).

3.6. Spermatozoonların Fertilizasyona Hazırlanması

3.6.1. Spermatozoa kapasitasyonu

Spermatozoonlar fertilizasyondan önce olgunlaşma, kapasitasyon ve akrozom reaksiyonu gibi bir seri işlemde geçerler. Kapasitasyon, akrozom reaksiyonu başlayınca dek geçen süreçte spermatozoonların biyokimyasal ve fizyolojik değişim sürecini ifade eder. Memelilerde, spermatozoa dişi üreme organlarına girdiği esnada fertilizasyon kabiliyetinde değildir. Dolayısıyla fertilizasyon için bir ön hazırlık süreci gereklidir (Swenson, 1984; Mc Donald, 1989) Kapasitasyon için uterus, ovidukt ve foliküler sıvı önemli rol oynamaktadır. Kapasitasyonun sperm yüzeyinden kılıf antijeni adı verilen ve spermatozoonların plazma membranına bağlanan glikoprotein yapısında makromoleküller olan seminal plazma unsurlarından arınmasıdır. Epididimal sekresyon, spermatozoa olgunlaşmasında önemli faktörlerdendir. Çiftleşme sırasında dişi boğalar dişi üreme organlarında milyarlarca motil spermatozoa bırakırlar. Spermin cinsel organlar boyunca hareketi sırasında güçlü bir seçim süreci gerçekleşir. Bu geçiş sırasında, birçok sperm ölür ya da fagositoza uğrar. Dişi üreme kanalında bulunan glikozaminoglikanlar (GAG), kondroitin sülfatlar ve heparin benzeri maddeler kapasitasyonda etkili olmaktadır (Gordon, 1994; Van Soom ve Kruij, 1998).

Kapasitasyon işleminin başlangıcında en önemli faktör plazma steroid seviyesi yani östradiol/progesteron oranıdır. Gametlerin göçü sırasında ortaya çıkabilen estradiol-progesteron dengesizliği, erken embriyo ölümlerine veya gamet göçünde aksamlara yol açar. İkinci önemli faktör üreme sistemindeki oksijen konsantrasyonudur. Memeli üreme yolunda bulunan sıvıdaki oksijen miktarı, yumurtlama süresi haricinde çok düşüktür. Spermatozoonlar hiperaktivasyonun ardından kumulus hücre tabakası, zona pellucida ve yumurta zarı gibi unsurları geçerler. Spermatozoonların hiperaktivasyonunda foliküler sıvı önemli bir rol oynar. Ca^{++} iyonları spermlere ulaştıkça, hücre içi cAMP miktarı artar ve böylece motilite artar (Chen ve Suarez, 2001). Damızlık maksadıyla kullanılan boğaların dölleme yeteneğinin farklı olduğu bilinmektedir. Boğaların in vitro ve in vivo fertilizasyon yetenekleri arasında önemli bir ilişki olmasından dolayı in vitro denemeler vasıtasıyla boğaların fertilitate yetenekleri ortaya konabilir (Akyol ve ark., 2014).

3.6.2. Akrozom reaksiyonu

Akrozom, spermatogenez esnasında golgi aygıtından gelişen, proakrozim ve hiyaluronidaz içeren bir spermatozoa organelidir. Spermatozoa kapasite olduktan sonra kumulus hücreleri ile temas sırasında akrozom reaksiyonu şekillenir. Akrozom reaksiyonu esnasında spermatozoanın uç kısmındaki dış plazma membranı yer yer eriyerek akrozomdaki enzimler dışarı çıkar. Reaksiyon bitiminde akrozom tamamen parçalanarak spermatozoa baş kısmı sadece iç membranla sarılı olarak kalır. Akrozom reaksiyonu ile salınan hiyaluronidaz gibi enzimler, kumulus hücre bağlantılarını koparır. Bu esnada spermatozoonlar aktif kuyruk hareketleri vasıtasıyla kumulus hücrelerini geçerler. Akrozom reaksiyonunun başlatılması için gerekli olan Ca^{++} iyonları hücre içi proakrozimin akrozime dönüştürülmesinde hayati öneme sahiptir. (Sungur ve Yurdaydın1991; Gordon, 1994).

Fertilizasyon aşamasında ovidukt ampullasında monovalan katyonlardan sodyum ve potasyum yoğunluğunda artış olması, bu iyonların da fertilizasyon için gerekli olduğu sonucunu doğurmaktadır. Kapasite olmamış spermatozoada hücre içerisine kalsiyum iyonlarının girişine engel olan dekapasitasyon faktörleri, akrstatin gibi maddeler bulunur. Bu maddelerin kapasitasyonla birlikte hücreden uzaklaştırılmasıyla spermatozoa akrozom reaksiyonuna hazır hale gelir. Akrozom reaksiyonu için ayrıca uygun sıcaklık (37-39 °C) ve pH, magnezyum iyonları ve albümin gibi ekstrinsik faktörler de gereklidir. Kapasitasyon ve akrozom reaksiyonu ineğin genital kanalında 6 saatte tamamlanır. Artan

östrojen etkisiyle de siler hareketler uyarılarak ovum göçü başlatılır. Bu göç esnasında kumulus hücrelerinin çoğu kaybolur (King, 1993).

3.6.3. Polispermi ve polispermik blok

Memelilerde dişi ve erkek gametlerin birleşmesiyle normal kromozom sayısına sahip (2n) bireyler gelişir. Birden çok spermatozoonun ovum içerisine girmesi kromozomal anomalilere sebep olmakta ve aynı zamanda embriyonun blastosist aşamasından daha ileri düzeye geçmesi pek görülmez. Birden çok spermatozoonun oosit membranına ulaşması poliploidi veya polispermik fertilizasyon olarak bilinir ve sonuçları itibarıyla istenen bir durum değildir. Ancak *in vitro* koşullarda ovumun çok sayıda spermatozoonla ve daha uzun zaman birlikte olması sonucu yüksek oranda poliploidi durumu gözlemlenmektedir. Yetersiz şekillenen kortikal granül oluşumu veya kortikal granül oluşumundaki aksamalar, başlangıçta oositin COC olmaması, poliploidinin önemli sebeplerinden sayılır. Farklı derişimlerde ovidukt sıvısı katılan *in vitro* çalışmalarda poliploidi durumunda önemli düzeyde düşürülebilmektedir (Nagai, 2001; Chian ve ark., 1995). Birden fazla spermatozoonun ovuma girmesinin engellenmesi polispermi bloğu olarak adlandırılır ve türlere göre farklı mekanizmalar şeklinde oluştuğu görülür. Örneğin koyun ve köpeklerde zona reaksiyonu şekillenirken, fare ve tavşanlarda vitellin blok oluşumu söz konusu olmaktadır. Pek çok memeli türünde zona pellusida sadece bir spermatozoonun plazma membranına kadar ulaşmasına izin vermektedir. Zona pellusida çeşitli faktörler vasıtasıyla eritilmiş ovumda da sadece bir spermatozoonun vitellusa girebildiği görülür. Dolayısıyla vitellüs bariyerinin varlığından da bahsetmek mümkündür. Oositin yaşlanması ile polispermik blok oluşturma yeteneği düşmektedir (Brewis ve Wong, 1999).

3.7. İn Vitro Fertilizasyona Etki Eden Faktörler

3.7.1. Spermatozoa hazırlama metotları

İn vitro fertilizasyon maksadıyla taze ya da dondurulmuş boğa spermaları kullanılabilir. Başarılı bir *in vitro* fertilizasyon süreci için spermatozoonun sorunsuz bir şekilde ooplazma içine girerek erkek pronukleusu oluşturması gerekir. Sperma yıkama, sulandırma ve ön inkubasyon süreçlerinden geçirilir. Sperma, 1800 rpm devirde 5-10 dakika süreyle 2-3 kez yıkanarak her seferinde süpernatantı uzaklaştırmak suretiyle yıkanır. Uygun derişimin sağlanması için sulandırılır ve BSA katılmış medium içerisinde inkube edilir. *İn vitro* fertilizasyon için yaygın olarak kullanılan birkaç sperm hazırlama metodu vardır. Bunlar, swim-up, percoll density gradient, sephadex, Brackett ve Oliphant mediumu ile direkt yıkama ve filtrasyon yöntemleridir. Kullanılan metotlarda başlıca gaye, yabancı unsurları spermatozoonlardan ayırmak ve motil spermatozoa düzeyini artırmaktır. Fakat bu işlemler esnasında membran hasarlarının oluşması ve bazı akrozomal ve sitosolik enzimlerin açığa çıkması söz konusu olabilmektedir. Dolayısıyla *in vitro* fertilizasyonda normale göre daha yoğun ($\times 10^6$) spermatozoa ile uzun süreli (20-24 saat) inkubasyon tercih edilir (Galli ve Lazzari, 1996; Shioya, 1999).

3.7.2. Spermatozoa kaynağı

İn vitro fertilizasyonda kullanılan spermaların fertilizasyon yetenekleri arasında büyük farklılıklar vardır. Bu farklılık kimi zaman %13-51 arasında olabilmektedir. BO yöntemiyle, %51.5 ile %77.4 arasında bölünme oranı elde edildiği bildirilmektedir. Bazı boğa spermalarının *in vitro* fertilizasyon kabiliyetinin düşük olması seminal plazma içeriğine ve/veya spermanın işlenmesi sırasında yoğunluğun düşmesine bağlanmaktadır. Farklı boğa spermalarında mevcut bulunan dekapasitasyon faktör konsantrasyonları da farklı olabilmekte sonuçta da arzu edilen seviyenin altında fertilizasyon söz konusu olmaktadır. (Galli ve Lazzari, 1996; Leibfried, 1999).

3.7.3. Fertilizasyon mediumu ve kapasitör ajanlar

İn vitro fertilizasyon amacıyla dondurulmuş veya taze sperma kullanılabilir. Fertilizasyon amacıyla kullanılan medium ise oosit ve spermatozoonların en uygun şekilde penetre olabileceği bir bileşimde olmalıdır. Dondurulmuş boğa spermasının İVF amacıyla kullanılması durumlarda daha iyi kapasitasyon oranı elde edilmektedir. Bu maksatla 10 µg/ml heparin katılmış medium içerisinde 15 dakika inkubasyon yeterli olmaktadır. Taze sperma ile çalışmalarda, hipotaurin ya da kafein katılmasıyla Percoll yöntemi yeteri seviyede kapasitasyon oluşturmaktadır. Swim-up yöntemini takiben 100 µg/ml heparin eklenmesi aynı inkubasyon periyodunda daha yüksek başarı sağlamaktadır. 20 mg/ml BSA,

5mM/ml kafein ve 10 µg/ml heparin katılan BO mediumu ile %68 penetrasyon düzeyi hayli başarılıdır. Ancak yalnızca kafein veya yalnızca heparin kullanıldığı durumlarda başarı yarı yarıya düşmektedir. *In vitro* fertilizasyon süreçlerinde TCM-199, Ham's F-10, Ham's F-12, SFR 199-2, Waymouth gibi çok sayıda kültür ortamından yararlanılmaktadır. Ayrıca, folikül veya ovidukt sıvısı, glikozaminoglikanlar, güçlü iyonik içerikli mediumlar, hipotaurin, taurin, epinefrin, penisilamin, kalsiyum iyonofor, BSA, lipozomlar, TEST yolk gibi pek çok katkı maddesi spermatozoa kapasitesini artırılması amacıyla kullanılmaktadır. Başlangıçta östrustaki tavşanlar gibi bazı laboratuvar hayvanları kapasiteyi (*in vivo*) amacıyla kullanılmış ve olumlu sonuçlar alınmıştır (Iritani ve Niwa, 1977; Parrish ve ark., 1986; Brackett ve Zuelke, 1993; Truelson ve ark., 1996; Tekin ve ark., 2001).

3.7.4. Glikozaminoglikanlar (GAG)

Heparin, heparan sülfat, kondroitin sülfat, dermatan sülfat, hyaluronik asit ve keratan sülfat başlıcaları olup folikül sıvısı içerisinde bol miktarda bulunan glikozaminoglikanlar, spermatozoa kapasitesini artırılması amacıyla kullanılan oldukça etkin maddelerdir. Ovulasyondan sonra ampulla bölgesine değin ulaşılır. İnekte, östrus döneminde üretimi artar ve luteal evrede yoğunlukları düşer. Düşük konsantrasyonda kapasiteyi tetiklerken, ortamda yoğun olması durumunda kapasite oranını düşürmektedir. Heparin, kalsiyum iyonları ve pH düzeyini artırarak ve membran proteinlerinin başkalaşım geçirmesini sağlayarak kapasiteye yardımcı olur (Gordon, 1994).

3.7.5. Spermatozoa konsantrasyonu ve kültür süresi

Spermatozoa yoğunluğu, inkubasyon süresi ve kapasite ajanlarının miktarları, fertilizasyon ve poliploidi oranı üzerinde etkili faktörlerdir. Spermatozoa konsantrasyonunu belirlemek için hematositometrik sayım tekniği kullanılabilir. Yaygın olarak oosit başına 10.000-20.000 arasında spermatozoa olacak şekilde spermatozoa hazırlanır. Başka bir ifadeyle, 0.5-5.0 milyon spermatozoa/ml oranı *in vitro* koşullarda fertilizasyon için gereklidir. *In vitro* çalışmalarda spermatozoanın çoğu kez heparine 4 saat maruz kalmaları tatmin edici düzeyde oosit penetrasyonu sağlamaktadırlar. Bununla birlikte kullanılan yöntemlere göre 16-21 saat arasında inkubasyon süresi de önerilmektedir (Fukui ve ark., 1990; Gliedt ve ark., 1996).

3.7.6. Çevresel gaz derişimi ve ortam sıcaklığı

Oosit maturasyonu, fertilizasyon ve kültür sürecinde %5 CO₂, yüksek oranda nispi nem veya %5 CO₂, %5 O₂, %90 N₂ ve yüksek oranda nispi nem içeren inkubatörler kullanılmakta ve 37-39°C arasında optimum fertilizasyon oranı elde edilmektedir (Gordon, 1994).

3.8. İn Vitro Fertilizasyon Ölçütleri

Yaygın olarak, ooplazma içinde spermatozoon kuyruğunun, baş kısmının ve erkek-dişi pronükleusların belirlenmesi, I. ve II. kutup cisimciklerinin görülmesi, perivitellin boşlukta spermatozoon gözlenmesi, oosit aktivasyonunun yani ikinci mayoz bölünmenin telofaz aşamasının tespiti, *in vitro* fertilizasyon ölçütleri olarak kullanılır. Çift kutup cisimciğinin perivitellin boşlukta gözlenmesi, iki ve dört hücre şeklinde bölünmelerin başlaması ve kortikal granüllerin kaybolması da kullanılan fertilizasyon ölçütleri arasında sayılmaktadır (Brackett ve ark., 1981).

4. İN VİTRO KÜLTÜR ORTAMLARI

Fertilizasyon aşaması tamamlandıktan sonra oositler, buldukları ortamdan uzaklaştırılarak gelişimlerini sürdürecekleri kültür mediumlarına alınır. Ancak bu işlemde önce gerek kumulus hücreleri gerekse ortamda bulunan spermatozoa yıkama mediumları vasıtasıyla uzaklaştırılır. Yaygın olarak *in vitro* embriyo kültürü amacıyla 3 değişik ortam kullanılır.

1. *In vivo* kültür ortamları: Çok fazla tercih edilmeyen ancak araştırma amaçlı olarak kullanım alanı bulan bu yöntemde, fertilizasyon sürecini tamamlayan oositler ligatürle kapatılmış taşıyıcı oviduktuna yerleştirilir. Bu gayeye çoğu kez koyun ve tavşanlar tercih edilir. Oositler verildikten 4-5 gün sonra toplanarak taşıyıcılara nakledilir ya da amaca uygun olarak dondurulur (Trousseau ve ark., 1977; Fukui ve Ono, 1988).

2. Ko-kültür içeren ortamlar: Kültür sürecinde ortamdaki oksijeni tüketerek embriyo gelişmesine katkı sağlayan bazı hücreler tercih edilmektedir. Bu amaçla, ovidukt epitel hücreleri, granuloza hücreleri, rat karaciğer hücreleri, uterus hücreleri ve testis hücreleri kullanılmaktadır. En çok tercih edilen ovidukt epitel hücreleridir. Kültür mediumları içerisine %10 serum ilave edildikten sonra bu hücreler petri tabanına ince bir tabaka yapacak tarzda serilir ve inkubasyona alınırlar. Ardından oositler belirli miktar ilave edilerek kültür süreci tamamlanır (Goto ve Iritani, 1992).
3. Basit kültür ortamları: Pek çok çeşidi olan yapımı ve kullanımı diğerlerine göre daha kolay olan katkılı mediumlardır. Ticari olarak kolay ulaşılabilmeleri tercih sebebidir. Çoğunlukla amino asit ve serum ilave edilerek kullanılırlar. Sentetik ovidukt sıvısı, Charles Rosenkrans (CR1aa) mediumu yaygın iki örnektir (Marquant ve Humblot, 1998).

Yaygın olarak embriyo kültürü amacıyla 38-39 °C sıcaklık, %5 CO₂ ve %95'in üzerinde nispi nem içeren ya da %5 CO₂, %5 O₂ ve %90 N₂ içeren inkubasyon ortamları tercih edilmektedir. *İn vitro* embriyo kültürü için embriyolar küçük petri kutuları içerisindeki damlacıklara yerleştirilir ve üzerleri sıvı parafin ya da mineral yağ ile kapatılır. Mineral yağ, diğer başka kimyasal maddelerle bileşik oluşturmayan ve ortamda erimeyen yani kültür ortamının bileşimini bozmayan bir yapıda olduğundan embriyolara olumsuz bir etkisi söz konusu değildir. Mineral yağ, ortam pH'sının sabit kalması, kontaminasyonları ve buharlaşmayı önlemesi gibi önemli görevleri vardır (Akyol, 2018).

5. KAYNAKÇA

Akyol N. (2001). Sığır embriyo transferinde hormon kullanımı. Lalahan Hay. Arş. Derg. 41(1), 95-104.

Akyol N. (2018). Sığırlarda Uygulamalı Embriyo Transferi ve İn vitro Embriyo Üretimi. 1. Basım, Ankara, SAGE Yayıncılık.

Kanagawa H., Shimohira I., Saitoh N. (1995). Manual of Bovine Embryo Transfer. National Livestock Breeding Centre press JLTA, Shirakawa, Japan.

Perry G. (2015). 2015 Statistics of embryo collection and transfer in domestic farm animals. IETS data retrieval committee.

Akyol N., Kızıl S.H., Tuncer P.B. (2004). İneklerde süperovulasyon ve embriyo transferi çalışmaları. Lalahan Hay Arş Enst Derg, 44(1), 1-5.

Donaldson L.E. (1984). Embryo production in superovulated cows: Transferable embryos correlated with total embryos. Theriogenology, 21(4), 517-523.

Callejas S., Alberio R., Cabodevilla J., Allae J., Catalano R., Teruel M., Dulout F. (2008). Effect of progesterone administration on the ovarian response to superovulatory treatments in cattle. Anim Repr Sci, 107(1-2), 9-19.

Akyol N., Kızıl S.H., Satılmış M., Kardeş T., Erat S. (2014). The results of consecutive superovulations in cows by induction with various exogenous progesterone routes. Turk. J. Vet. Anim. Sci. 38(2), 157-160.

Akyol N. (2001). Sığır embriyo transferinde hormon kullanımı. . Lalahan Hay Arş Enst Derg, 41(1), 95-104.

Mori J. (1999). Textbook of Hormones of reproduction in farm animals –Basic and practical advances- National Livestock Breeding Center press, Shirakawa, Japan.

Yılmaz B. (1999). Hormonlar ve Üreme Fizyolojisi. Birinci basım. Feryal Matbaacılık, Ankara.

Boland M.P. Goulding D., Roche J.F. (1991). Alternative gonadotrophins for superovulation in cattle. Theriogenology, 35(1), 5-17.

Kojima T. (1999). Embryo Transfer (ET) in Cattle- Theory and Practice- National Livestock Breeding Centre press, Shirakawa, Japan.

Curtis J.L. (1991) Cattle Embryo Transfer Procedure. Academic Press, Inc. San Diego, California.

Guilbault L.A., Grasso F., Lussier J.G., Rouillier P., Matton P. (1991). Decreased superovulatory responses in heifers superovulated in the presence of a dominant follicle. *J Reprod Fer*, 91, 81-89.

Hagemann L.J. (1999). Influence of the dominant follicle on the oocytes from subordinate follicles. *Theriogenology*, 51, 449-459.

Mori J. (2001). Advances in Farm Animal Embryo Transfer Hormone Research. JICA/National Livestock Breeding Center press, Shirakawa, Japan.

Sönmez M. (2013). Reproduksiyon, Suni Tohumlama ve Androloji Ders Notları, Elazığ.

Gardner D.K. (1998). Changes requirements and utilization of nutrients during mammalian preimplantation embryo development and their significance in embryo culture. *Theriogenology*, 49, 83-102.

Murphy B.D., Mapletoft R.J., Manns J., Humphrey W.D. (1984). Variability in gonadotrophin preparations as a factor in the superovulatory response. *Theriogenology*. 21(1), 117-125.

Herman H.A., Mitchell J.R., Gordon A.D. (1994). The Artificial Insemination and Embryo Transfer of Dairy and Beef Cattle. 8. Basım, Interstate publishers Inc. Danville, IL.

Linder G.M., Wright Jr R.W. (1983). Bovine embryo morphology and evaluation. *Theriogenology* 20(4), 407-416.

Bo G.A., Mapletoft R.J. (2013). Evaluation and classification of bovine embryos. *Anim Reprod*. 10(3), 344-348.

Krisher R.L., Bavister B.D. (1998). Responses of oocytes and embryos to the culture environment. *Theriogenology*, 49, 103-114.

Birler S., Pabuççuoğlu S., Atalla H., Alkan S., Özdaş Ö.B., Bacinoğlu S., Cirit Ü., Zavar İ. (2002). İn vitro üretilen koyun embriyolarının transferi. *Tr. J. Vet. Anim. Sci.* 26, 1421-1426.

Akyol N., Kızıl S.H., Karasahin T. (2005). İn vitro sığır embriyosu üretimi. XIV. Ulusal Biyoteknoloji Kongresi, s:244-248 Eskişehir.

Whitaker M. (1996). Control of meiotic arrest. *J. Reprod. Fert.* 1, 127-135.

Hyttel P., Fair T., Callesen H., Greve T. (1997). Oocyte growth, capacitation and final maturation in cattle. *Theriogenology*, 47(1), 23-32.

Mayes M. (2002). The meiotic arrest of bovine oocytes. Département des sciences animales Faculte des sciences de l'agriculture et de l'alimentation Universitélaval Québec Doktora tezi. De l'Université Laval, Quebec-Canada.

Edwards R.G. (1974). Follicular fluid. *J. Reprod. Fert.* 37, 189-219.

Voss A.K., Fortune J.E. (1991). Oxytocin secretion by bovine granulosa cells: Effects of stage of follicular development, gonadotropins, and coculture with theca interna. *Endocrinology*, 128(4), 1991-1999.

Galli C., Lazzari G. (1996). Practical aspects of IVM/IVF in cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 42, 371-379.

Nagai T. (2001). The improvement of in vitro maturation systems for bovine and porcine oocytes. *Theriogenology*, 55, 1291-1301.

Al-Katanani Y.M., Paula F.F.L., Hansen P.J. (2002). Effect of season and exposure to heat stress on oocyte competence in holstein cows. *J. Dairy Sci.* 85, 390-396.

Mori J. (2000). The Mystery of Ovulation- The Search for the "Black Box". JICA/National Livestock Breeding Center press, Shirakawa, Japan.

- Gordon I. (1994). Laboratory Production of Cattle Embryos. Cab international Co., Wallingford UK.
- Younis A.I., Brackett B.G., Fayrer-Hosken R.A. (1989). Influence of serum and hormones on bovine oocyte maturation and fertilization in vitro. Gamete Research, 23, 189-201.
- Brackett B.G., Zuelke K.A. (1993). Analysis of factor involved in the in vitro production of bovine embryos. Theriogenology, 39: 43-64.
- Birler S., Pabuççuoğlu S., Alakn S., Evecen M., İleri İ.K. (1998). İn vitro fertilize edilen sığır oositlerindeki pronüklear gelişim üzerine olgunlaştırma ve fertilizasyon sürelerinin etkisi. Tr J Vet Anim Sci, 22: 1-15.
- Abdoon A.S.S. (2003). Factors affecting in vitro production of bovine embryos. Erişim: <http://esarf2.tripod.com/abdoon.htm>. Erişim tarihi: 12.08.2003.
- Ocana J.M.Q., Pinedo M.M., Moreno M.M. (1999). Influence of follicle size, medium, temperature and time on the incidence of diploid bovine oocytes matured in vitro. Theriogenology, 51: 667-672.
- Nagai T. (1999). İn vitro Fertilization in Cattle and Pigs. Tohoku National Agricultural Experiment Station press, Iwate, Japan.
- Tervit H.R., Whittingham D.G., Rowson L.E.A. (1972). Succesful culture in vitro of sheep and cattle ova. J. Reprod. Fert. 30:493-497.
- Takahashi Y., Hishinuma M., Matsui M., Tanaka H., Kanagawa H. (1996). Development of in vitro matured/fertilized bovine embryos in a chemically defined medium: Influence of oxygen concentration in the gas atmosphere. J. Vet. Med. Sci. 58 (9): 897-902.
- Bae L.H., Foote R.H. (1980). Maturation of rabbit follicular oocytes in a defined medium of varied osmolality. J. Reprd. Fert. 59: 11-13.
- Mazur P., Schneider U. (1986). Osmotic responses of preimplantation mause and bovine embryos and their cryobiological implications. Cell Biophysics, 8: 259-284.
- Gardner D.K. (1998). Changes requirements and utilization of nutrients during mammalian preimplantation embryo development and their significance in embryo culture. Theriogenology, 49: 83-102.
- Brackett B.G., Younis A.I., Fayrer R.A.H. (1989). Enhanced viability after in vitro fertilization of bovine oocytes mature in vitro with high concentrations of luteinizing hormone. Fertility and Sterility 52 (2): 319-324.
- Liu J.M., Jin Z.Q., Zhao X.X., Zhu Y.D. (1991). The development of bovine follicular oocytes matured in different culture media. Veterinary Research Communications 15: 257-260.
- Fukushima M., Fukui Y. (1985). Effects of gonadotropins and steroids on the subsequent fertilizability of extrafollicular bovine oocytes cultured in vitro. Anim. Reprod. Sci. 9: 323-332.
- Fukui Y., Ono H. (1989). Effects of sera, hormones and granulose cells added to culture medium for in vitro maturation, fertilization, cleavage and development of bovine oocytes. J. Rerod. Fert. 86: 501-506.
- Zuelke K.A., Brackett B.G. (1993). Increased glutamine metabolism in bovine cumulus cell-enclosed and denuded oocytes after in vitro maturation with luteinizing hormone. Biology of Reproduction, 48: 815-820.
- Eyestone W.H., Boer H.A. (1993). FSH enhances developmental potential of bovine oocytes matured in chemically defined medium. (Abstr.). Theriogenology, 39: 216.
- Marquant B.L., Humblot P. (1998). Practical measures to improve in vitro blastocyst production in the bovine. Theriogenology, 49: 3-11.

- Moor R.M., Trounson A.O. (1977). Hormonal and follicular factors affecting maturation of sheep oocytes in vitro and their subsequent developmental capacity. *J. Reprod. Fert.* 49: 101-109.
- Izadyar F., Hage W.J., Colenbrander B., Bevers M.M. (1998). Growth hormone promotes cytoplasmic maturation of in vitro matured oocytes. (Abstr.) *Theriogenology*, 49(1): 312.
- Ocana J.M.Q., Pinedo M.M., Moreno M.M. (1999). The effect of different sera and bovine serum albumen fraction (BSA) on in vitro maturation of immature bovine oocytes. *Arc. Zootec.* 48: 167-174.
- Gomez E., Diez C. (2000). Effects of glukoz and protein sources on bovine embryo development in vitro. *Anim. Reprod. Sci.* 58: 23-37.
- Ali A., Sirard M.A. (2002). Effects of the absence or presence of various protein supplement on further development of bovine oocytes during in vitro maturation. *Biology of Reprod.* 66, 901-905.
- Schellander K., Fuhrer F., Brackett B.G., Korb H., Scheger W. (1990). In vitro fertilization and cleavage of bovine oocytes matured in medium supplement with estrous cow serum. *Theriogenology*, 33(2): 477-485.
- Zuelke K.A., Brackett B.G. (1990). Luteinizing hormone-enhanced in vitro maturation of bovine oocytes with and without protein supplementation. *Biology of Reproduction*, 43: 784-787.
- Nakada K., Moriyoshi M., Nakao T., Watanabe G., Taya K. (2000). Changes in concentrations of plasma immunoreactive follicle – stimulin hormone, luteinizing hormone, estradiol-17 β , testosterone, progesterone, and inhibin in heifers from birth to puberty. *Domestic Anim. Endocrinology*, 18: 57-69.
- Saeki K., Hoshi M., Leibfried-Rutledge M.L., First N.L. (1991). In vitro fertilization and development of bovine oocytes matured in serum-free medium. *Biol. Reprod.* 44: 256-260.
- Hoshi H. (2003). In vitro production of bovine embryos and their application for embryo transfer. *Theriogenology*, 59: 675-685.
- Steele C.E., Jeffery E.H., Diplock A.T. (1974). The effect of vitamin E and syntetic antioxidants on the growth in vitro of explantet rat embryos. *J. Reprod. Fert.* 38: 115-123.
- Fujitani Y., Kasai K., Ohtani S., Nishimura K., Yamada M., Utsumi K. (1997). Effects of oxygen concentration and free radicals on in vitro development of in vitro-produced bovine embryos. *J. Anim. Sci.* 75: 483-489.
- Chauan M.S., Palta P., Das S.K., Katiyar P.K., Madan M.L. (1997). Replacement of serum and hormone additives with follicular fluid in the IVM medium: Effects on maturation, fertilization and subsequent development of buffalo oocytes in vitro. *Theriogenology*, 48: 461-469.
- Wiemer K.E., Watson A.J., Polanski V., Mc Kenna A.I., Fick G.H., Schultz G.A. (1991). Effects of maturation and co-culture treatments on the developmental capacity of early bovine embryos. *Molecular Reprod. Develop.* 30: 330-338.
- Pegoraro L.M.C., Thuard J.M., Dellalleau N., Guerin B., Deschamps J.C., Marquant B.L.G., Humblot P. (1998). Comparison of sex ratio and cell number of IVM-IVF bovine blastocyst co-cultured with bovine oviduct epithelial cells or with vero cells. *Theriogenology*, 49: 1579-1590.
- Süss U., Stranzinger G. (1987). Characterisation of in vitro matured and fertilized bovine oocytes. Symposium on Biotechnology in Animal Breeding 11-14 November. Technical University of Berlin, Germany.
- Swenson M.J. (1984). *Duke's Physiology of Domestic Animals*. Ed.: Swenson M.J. Tenth edition. Cornell University press, London, England.
- Mc Donald L.E. (1989). *Veterinary Endocrinology and Reproduction*. Ed.: Mc Donald L.E., fourth edition. Lea & Febiger, Philadelphia, USA.

Van Soom A., Kruif A. (1998). Bovine embryonic development after in vivo and in vitro fertilization. *Reprod. Dom. Anim.* 33: 261-265.

Chen H.H., Suarez S.S., (2001). Hyperactivation of mammalian spermatozoa: function and regulation. *J. Reproduction*, 122: 519-526.

Akyol N., Kızıllı S.H., Satılmış M., Kardeş T. (2014). Investigation of bull effect on in vitro embryo production. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 20(4), 561-564.

Sungur H., Yurdaydın N. (1991). Çiftlik hayvanlarında oosit maturasyonu ve in vitro fertilizasyon. *Lalahan Hay. Arş. Ens. Derg.* 31(3-4): 67-77.

King G.J. (1993). *Fertilization, Pregnancy and Parturition in Bovine Artificial Insemination Technical Manual*. Ed. Penner P. Second edition. CAAB, Ontario, Canada.

Chian R.C., Okuda K., Niwa K. (1995). Influence of cumulus cells on in vitro fertilization of bovine oocytes derived from in vitro maturation. *Anim Reprod. Sci.* 38: 37-48.

Brewis I.A., Wong C.H. (1999). Gamete recognition: sperm proteins that interact with the egg zona pellucida. *J. Reprod. Fert.* 4: 135-142.

Shioya Y. (1999). *İn vitro Fertilization in Cattle*. National Livestock Breeding Centre press, Shirakawa, Japan.

Leibfried-Rutledge M.L. (1999). Factors determining competence of in vitro produced cattle. *Theriogenology*, 51: 473-485.

Iritani A., Niwa K. (1977). Capacitation of bull spermatozoa and fertilization in vitro of cattle follicular oocytes matured in culture. *J. Reprod. Fert.* 50: 119-121.

Parrish J.J., Susko J.L.P., Leibfried M.L.R., Crister E.S., Eyestone W.H., First N.L. (1986). Bovine in vitro fertilization with frozen-thawed semen. *Theriogenology*, 25 (4): 591-600.

Brackett B.G., Zuelke K.A. (1993). Analysis of factor involved in the in vitro production of bovine embryos. *Theriogenology*, 39, 43-64.

Truelson S.L., Graham J.K., Mortimer R.G., Field T.G. (1996). *İn vitro* penetration into bovine oocytes and zona-free hamster oocytes by bull spermatozoa treated with liposomes. *J. Dairy Sci.* 79: 991-999.

Tekin N., Daşkın A., Akaçay E. (2001). Boğa spermatozoonlarının in vitro kapasitasyonu ve fertilizasyonu. *Turk J. Vet. Anim. Sci.* 25: 349-358.

Fukui Y., Sonoyama T., Mochizuki H., Ono H. (1990). Effects of heparin dosage and sperm capacitation time on in vitro fertilization and cleavage of bovine oocytes matured in vitro. *Theriogenology*, 34 (3): 579-591.

Gliedt D.W., Rosenkrans C.F., Rorie R.W., Rakes J.M. (1996). Effects of oocyte maturation land, sperm capacitation time, and heparin on bovine embryo development. *J. Dairy Sci.* 79: 532-535.

Brackett B.G., Seidel G.E., Seidel S.M. (1981). *Application of İn vitro Fertilization in: New Technologies in Animal Breeding*. Academic press Inc. New York, USA.

Trounson A.O., Willadsen S.M., Rowson L.E.A. (1977). Fertilization and development capability of bovine follicular oocytes matured in vitro and in vivo and transferred to the oviducts of rabbits and cows. *J. Reprod. Fert.* 51: 321-327.

Fukui Y., Ono H. (1988). *İn vitro* development to blastocyst of in vitro matured and fertilized bovine oocytes. *Vet. Record.* 122: 282.

Goto K., Iritani A. (1992). Oocyte maturation and fertilization. *Anim. Reprod. Sci.* 28: 407-413.

KIVIRCIK YAPRAK SALATANIN VERİM VE KALİTESİNE BAZI ORGANİK MATERYALLERİN ETKİSİ

Özlem Üzal*, Fikret Yaşar, Halide Tuğra

* Van Yüzyüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tuşba, Van

ozlemuzal@yyu.edu.tr

* Sorumlu Yazar

1. GİRİŞ

Genellikle taze olarak tüketilen marul ve salatalar, beslenme bakımından özellikle minerallerce zengindir (Okudur ve Ercan, 2016). Marul soğuğa dayanıklı, nemli hava koşullarına gereksinim duyan serin iklim sebzesidir. Vejetasyon süresi kısa olduğundan Türkiye'nin tüm bölgelerinde yetiştirilebilir ve ekonomik değeri yüksektir (Yıldırım ve ark., 2015). İçerdiği vitamin ve mineral maddeler ile iştah açıcı sebzeler grubunda yer almaktadır. 100 g yenilebilir salata ve marulda 10–15 kalori, 0.9–1.2 g protein, 0.2 g yağ, 1.2–2.9 g karbonhidrat, 0.9 g kül, 95 gr su, 22–26 mg Ca, 0.5–2 mg Fe, 9 mg Na, 175–264 mg K, 330–1900 IU A, 0.04–0.06 mg B1, 0.07 mg B2, 0.2–0.4 mg niacin, 6–18 mg C vitamini bulunur (Günay, 2005).

Ülkemizde yaprağı tüketilen sebzeler grubunda en fazla yetiştiriciliği yapılan marul ve kıvırcık yaprak salatalar (*Lactuca sativa* L), dünya marul üretiminde ön sıralardadır. 2016 ve 2017 yılı verilerine göre sırasıyla, Türkiye genelinde Marul (göbekli) - Lettuce (Navel) 233.662 ve 223.449 ton, Marul (kıvırcık) - Lettuce (curly) 179.712 ve 185.070 ton, Marul (Aysberg) - Lettuce (Iceberg) 65.068 ve 81.904 ton marul türleri üretimi olarak gerçekleştirilmiştir (Anonim, 2018).

Yaprağı tüketilen sebzelerde özellikle marul gibi koyu yeşil yaprak renginin sağlanması ve yüksek verim artışı için aşırı gübreleme (azotlu gübreleme) yapılmaktadır. Bu da yeraltı sularının kirlenmesine ve aynı zamanda tüketilen kısımlarında insan sağlığını olumsuz etkileyebilecek çeşitli bileşiklerin, insan sağlığı için izin verilen sınır değerlerin üzerine çıkmasına neden olmaktadır (Venter 1978; Fritz 1983). Azot, bitkiler tarafından nitrat ve amonyum formunda alınmakta ve soğuk, kurak, demir-mangan-çinko eksikliği ve güneşli gün sayısı gibi çeşitli faktörlerin etkisiyle nitrat parçalanmadığında bitkide birikmektedir. Organik gübre kaynakları kullanılarak yapılan organik üretimde nitrat birikimi konvansiyonel üretime göre daha düşük olmaktadır (Raupp 1996).

Toprak solucanları hem doğal ve hem de tarımsal ekosistemlere önemli hizmetler sağlayan canlılardır. Solucanların, bitki besin maddesi mineralizasyonu yoluyla toprak verimliliğine önemli katkıları olmaktadır. Solucanlar tarafından elde edilen vermikompost son yıllarda dikkat çekmektedir. Ayrıca vermikomposttan elde edilen vermikompost çayı, organik gübre veya toprak kökenli ve bitki patojenlerine karşı kullanımında hızla yaygınlaşmıştır (Zibilske, 2004). Vermikompostlama organik atıkların kullanıldığı, düşük teknoloji gerektiren çevre dostu bir işlemdir. Ortaya çıkan vermikompost bitki büyüme ve bitki sağlığı üzerinde birçok olumlu etkileri olduğu gösterilmiştir. Bu nedenle tarımda kullanılan inorganik gübreler ve/veya serada yetiştirme ortamları için umut verici bir alternatif olarak kabul edilmektedir (Lazcano ve Domínguez, 2011). Vermikompost N, P, K ve mikro bitki besinleri, azot fikse eden ve fosfat çözücü bakterileri gibi faydalı toprak mikroorganizmaları, mikorizal mantar, humus, büyüme hormonları-oksini, gibberellinler ve sitokinlerce zengindir. Topraklarda canlı solucanların varlığının önemli ölçüde sebze ve meyve bitkileri ile meyve kalitesinin gelişimini etkilediği tespit edilmiştir. Vermikompostun tarım topraklarında kullanımı toprak verimliliğini arttırmaktadır (Sinha ve ark., 2013).

Leonardit; etkili miktarda karbon, hümit ve fülvünik asitler içeren, kömür düzeyine ulaşmamış linyitin okside olmuş bir formu ve doğal bir organik materyaldir. Organik madde miktarı %75 düzeyine ulaşabilmektedir. Bitki besin elementleri bakımından toprakla kıyaslandığında, fosfor yönünden yüksek,

potasyumca fakir, kalsiyum karbonat içerikleri çok yüksek, toprak reaksiyonları (pH) nötr civarındadır. Fe, Mn, Cu ve Zn gibi mikro element içeriğinin yeterli düzeyde olduğu ve bitki gelişimini engelleyecek düzeyde bor içermediği belirlenmiştir (Sağlam ve ark., 2012). Chen ve Aviad (1990), hümik asidin toprak organik madde oranını artırması yanında, toprağın fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkisinin olduğunu, dolayısıyla hümik maddelerin bitki gelişimini doğrudan etkilediğini bildirmişlerdir. Samanidou ve ark. (1991), fulvik asidin, ağır metallerle kirlenen toprakların temizlenmesinde kullanılabileceğini, yüksek iyon değiştirme kapasitesi nedeniyle toprak verimliliğini yükselttiğini bildirmişlerdir.

Gıdya; eski göl tabanlarında organik ve mineral maddelerin karışımı ile oluşmuş, rengi açık griden kahverengimsi-siyaha kadar değişen, içerisinde gölde yaşamış canlıların fosillerini içeren organomineral bir materyaldir (Saltalı, 2015). Afşin Elbistan Termik Santrali bölgesinden alınan gıdya örneklerinde genel olarak CaCO₃ içeriği % 11-74 arasında değişmektedir. Gıdyanın % organik madde içeriği ise yapılan analizlerde kireç içeriğinde olduğu gibi tabaklanma yapısına göre değişiklik göstermekte ve genel olarak % 23-58 arasında değişmektedir. Bölgede kullanılan büyük kazıcılar ile kazı sırasında tabaka ayırımı yapılmadan kazı işlemlerinin yapılması nedeniyle, elde edilen gıdyanın ortalama CaCO₃ içeriği % 30-35, OM içeriği ise % 40-50 arasında değişmektedir (Saltalı, 2015).

Gıdya materyali ile toprağın organik madde miktarı, toprakların su tutma ve iletkenlik kapasitelerini arttırdığı, agregat stabilitesini iyileştirdiği ve toprağın fiziksel özelliklerini geliştirdiği yapılan araştırmalar ile ortaya konulmuştur. Özellikle kurak-yarı kurak bölgelerde organik madde ve nem miktarı yetersiz topraklarda gıdya benzeri materyallerin kullanılması, bitki yetiştiriciliğinde ciddi avantajlar sağladığı rapor edilmiştir (Munsuz ve Akyıldız, 1979).

Çalışmada, insan sağlığı üzerine önemli bir yer tutan ve kimyasal azotlu gübreler uygulandığında, yapraklarında nitrat/nitrit birikimi riski taşıyan salatalarda organik materyal olarak farklı dozlarda vermikompost, gıdya ve leonardit uygulamalarının verim ve kalite komponentleri üzerine etkileri tespit edilmesi hedeflenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Çalışmada bitkisel materyal olarak, Antalya ilindeki Fide Fabrikası firmasından temin edilen üç-dört yapraklı dönemdeki Kıvırcık Yaprak Salata (*Lactuca sativa* var. *crispa*) Caipira çeşidi fideleri kullanılmıştır. Firma kataloğundan elde edilen bilgilere göre bu çeşit; geç sapa kalkan, koyu yeşil yapraklı, kıvırcık tip marul çeşididir. Ilıman sahil bölgelerimizde açık sahada ilkbahar, erken yaz, sonbahar ve erken kış, örtü altında geç sonbahar, kış, erken ilkbahar yetiştiriciliğine uygundur. Serin karasal bölgelerimizde yaz, sonbahar yetiştiriciliğine uygundur. Özellikle soğuk dönem üretimlerinde yaprak sayısının fazla olması sebebiyle hasat görüntüsüne erken ulaşması çeşidin üretici ve tüccar beğenisi kazanmasında önemli rol üstlenmektedir. Olgunluk süresi yetiştirme dönemi ve iklim koşullarına bağlı olarak ortalama; sıcak dönemlerde 50 – 60 gün, serin dönemlerde 70 – 90 gündür. Baş yapısı homojen, yaprakları kalın, sulu ve gevrek. Marul mildiyösünün 16-26, 28, 32 ırklarına, marul yaprak bitine ve marul mozaik virüsüne dayanıklıdır. Yetiştirme alanı sıcaklık, nem, ışık ve ayrıca sterilizasyon kontrolleri yapılmıştır. Firmadan getirilen fideler iklim odasında; % 70 nem, 11 saat aydınlık ve 13 saat karanlık fotoperiyod, 22±2 °C sıcaklık olacak şekilde ayarlanan kontrollü koşullar altında tutulmuştur.

2.1.1. Yetiştirme Ortamının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Yetiştirme ortamı olarak toprak kullanılmıştır. Havada kurutulan toprak örnekleri tokmak ile dövülmüş ve 2 mm' lik elekten geçirilerek kullanıma hazır hale gelmiştir. Bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Yetiştirme ortamının bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Bünye	pH	EC	Kireç	Organik madde	Toplam N	Yararışlı P	Değişebilir		
							K	Ca	Mg
Birim	(1:2.5)	(μ S/cm)	(%)	(%)	(%)	(mg kg ⁻¹)	(ppm)	(%)	(ppm)
Killi Tın	8.3	219.6	15.95	0.61	0.0163	12.70	320	0,3	541

2.1.2. Çalışmada Kullanılan Organik Materyallerin Bazı Kimyasal Özellikleri

Çalışmada kullanılan vermikompost, leonardit ve gıda materyallerinin bazı kimyasal özellikleri ve içeriği Tablo 2, Tablo 3 ve Tablo 4’de belirtilmiştir.

Tablo 2. Vermikompost materyaline ait bazı kimyasal özellikler

	Birim	Sonuç
pH	1-14	7.2-7.6
Nem	%	35-40
Organik Madde	%	37.840
Toplam Azot	%	1.100
Suda Çözünebilir K (K₂O)	%	7.190
Toplam P (P₂O₅)	%	1.110
Zn	Ppm	86.410
Mn	Ppm	657.820
Fe	Ppm	885.900
Cr	mg kg ⁻¹	0.041
Ni	mg kg ⁻¹	36
Cu	Ppm	15.650

Tablo 3. Leonardit materyaline ait bazı kimyasal özellikler

	Birim	Sonuç
pH	-	6.81
Nem	%	22.3
Organik Madde	%	72.5
Toplam Hüyük Asit + Fulvik	%	46.6
Cd	mg kg ⁻¹	0.86
Zn	mg kg ⁻¹	18.11
Pb	mg kg ⁻¹	4.6
Cr	mg kg ⁻¹	285.1
Ni	mg kg ⁻¹	9.67
Cu	mg kg ⁻¹	10.23

Egemen Mimarlık Müh. Tarım Tic. Ltd. ŞTİ (kayıt tarihi-no: 06.01.2012-GB-12-102).

Tablo 4. Gıda materyaline ait bazı kimyasal özellikler

	Birim	Sonuç
EC	dS/m	0.71
pH	-	7.28
Nem	%	19.25
Organik Madde	%	51.30
Toplam Hüyük Asit + Fulvik	%	55.12
Toplam Azot	%	1.88
Suda Çözünebilir K (K₂O)	%	0.13
Toplam P (P₂O₅)	%	0.11
Cd	mg kg ⁻¹	0.12
Zn	mg kg ⁻¹	5.22
Mn	mg kg ⁻¹	12.24
Fe	%	0.79
Pb	mg kg ⁻¹	1.22
Cr	mg kg ⁻¹	15.36
Ni	mg kg ⁻¹	10.11
Cu	mg kg ⁻¹	5.17
Hg	mg kg ⁻¹	<1.00

Egemen Mimarlık Müh. Tarım Tic. Ltd. ŞTİ (kayıt tarihi-no: 06.01.2012-GB-12-102).

2.2. Metot

Saksılara 3 farklı organik materyal (vermikompost, gıda, leonardit) ve bunların farklı dozları (% 0, % 3, % 6, % 9) toplam hacim 3000 g olacak şekilde tartılıp karıştırılarak uygulanmıştır. Uygulamalar 5 tekerrürlü olup, her saksıda 1 adet bitki olacak şekilde toplam 50 adet kıvırcık yaprak salata fidesi kullanılmıştır. Bitkilere 15 günde bir 150 mg (20-20-20) NPK temel gübresi takviye edilmiştir. Fideler dikimden sonra can suyu verilerek daha sonraki sulamalar kontrollü bir şekilde düzenli ve aynı ölçüde çeşme suyu ile sulanmıştır. Fideler dikimden 60 gün sonra hasat edilmiştir. Çalışmanın sonunda bitkilerde; bitki taç ağırlığı (g), bitki taç yüksekliği (cm), bitki yaş kök ağırlığı (g), bitki kök boğazı çapı (mm), bitki yaprak sayısı (adet), yaprak kalınlığı (mm), klorofil miktarı, SÇKM (Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı), deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal analizleri belirlenmiştir. Bitki yaprak renk analizi ile L, a ve b değerlerinin chroma ve hue düzleminde hesaplamaları verilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bazı organik materyallerin kıvırcık yaprak salatada verim, kalite ve besin elementleri içeriğine etkilerini belirlemek amaçlı yapılan bu çalışma sonunda; her uygulama için bitki taç ağırlığı (g), bitki taç yüksekliği (cm), bitki yaş kök ağırlığı (g), bitki kök boğazı çapı (mm), bitki yaprak sayısı (adet), yaprak kalınlığı (mm), verim (kg/da), klorofil, SÇKM ve renk analizleri yapılmıştır.

3.1. Bitki Gelişim Parametreleri ve Verimde Meydana Gelen Değişimler

Bazı organik materyallerinin uygulandığı çalışmada, farklı uygulamalar arasında bitki taç ağırlığı, bitki taç yüksekliği, bitki yaş kök ağırlığı, bitki kök boğazı çapı, bitki yaprak sayısı ve yaprak kalınlığına etkileri istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Denemede uygulanan farklı organik materyallerinin bitki taç ağırlığı üzerinde etkili olduğu Tablo 5' de belirtilmiştir. Kıvırcık marul bitkisinde ölçümler sonucu bitki taç ağırlığı en yüksek ölçülen uygulama 129.4 g ile vermikompost 2 (% 6) uygulaması olurken vermikompostlu dozlar en iyi sonucu vermiştir ve bunları leonardit dozları takip etmiştir. En düşük bitki taç ağırlığı ise hiçbir muameleye tabi tutulmayan 64.2 g ile kontrol grubundaki bitkilerden ölçülmüştür. Gıda uygulamaları kontrole en yakın bitki taç ağırlığı ölçülen uygulama olmuştur.

Tablo 5. Organik materyal ve dozlarının bitki taç ağırlığı (g), bitki taç yüksekliği (cm), bitki yaş kök ağırlığı (g), bitki kök boğazı çapı (mm), yaprak sayısı (adet), yaprak kalınlığı (mm)'na etkisi

Uygulama	Taç Ağırlığı ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	Taç Yüksekliği ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	Kök Ağırlığı ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	Kök boğazı çapı ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	Yaprak Sayısı ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	Yaprak Kalınlığı ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)
Kontrol	64.2±5.00 C	12.9±0.33 E	7.66±0.81 BCDE	1.03±0.40 ABC	20.6±0.74C	0.494±0.02A
V1	121.2±7.22 A	14.84±0.36 bBCD	13.18±1.07 A	1.15±0.36 A	26.4±0.80 A	0.344±0.01 B
V2	129.4±7.22 A	16.24±0.36 aAB	10.95±1.07 AB	1.21±0.36 A	27.0±0.80 A	0.392±0.01 AB
V3	121.2±7.22 A	17.26±0.36 aA	10.14±1.07 AB	1.16±0.36 A	25.0±0.80 AB	0.398±0.01 AB
LSD	ÖD	2.534	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
G1	73.6±4.10 C	13.3±0.34 bE	8.90±0.35 aBC	0.90±0.05 bC	21.2±0.73 C	0.414±0.01Aab
G2	71.8±4.10 C	14.6±0.34 aCD	4.71±0.35 cE	0.75±0.05 bD	23.0±0.73 BC	0.348±0.01 bB
G3	81.8±4.10 C	15.0±0.34 aBC	6.60±0.35 bDE	1.08±0.05 aA	21.6±0.73 C	0.346±0.01 bB
LSD	ÖD	2.353	2.476	0.385	ÖD	0.108
L1	87.0±3.45BC	13.8±0.29 bDE	7.47±0.79 CDE	0.93±0.04 BC	21.8±0.72 C	0.38±0.03 AB
L2	95.6±3.45 B	15.2±0.29 aBC	8.29±0.79 BCD	0.95±0.04 BC	23.4±0.72 BC	0.39±0.03 AB
L3	99.8±3.45 B	15.4±0.29 aB	9.92±0.79 B	1.04±0.04 AB	23.4±0.72 BC	0.37±0.03 AB
LSD	ÖD	2.047	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
T.U.İ. LSD	31.963	2.172	5.217	0.291	4.774	0.159

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark vardır ($p < 0.05$). Aynı sütundaki küçük harfler gübrelerin üç farklı dozu arasındaki, büyük harfler ise tüm gübre dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir. ÖD: ortalamalar arasındaki fark önemli değil. T.U.İ. :tüm uygulamalar için. LSD: En küçük anlamlı fark testi.

Günay (1972)' in yaptığı çalışmada; baş salata çeşitlerinin baş ağırlığının, genişliğinin ve yüksekliğinin tüm çeşitlerde hasat zamanı ile artış gösterdiğini bildirmiştir. Baş ağırlığı bakımından 455.4 g ile Eis salata çeşidi birinci sırayı almış ve bunu sırasıyla 439.6 g ile yerli 400.4 g ile King çeşidi takip etmiştir.

Yıldırım ve ark. (2011), *Bacillus cereus*, *Brevibacillus reuszer* ve *Rhizobium rubi* bakteri strainlerinin brokolide bitki gelişimi, besin alımı ve verim üzerine etkilerini araştırdığı çalışmada; çalışma sonucunda bakteri ve gübre uygulamalarında kontrole kıyasla bitki ağırlığı bakımından artış

gösterdiği belirlenmiştir. En düşük bitki ağırlığı, kontrol uygulamalarında tespit edilmiştir. Çalışmamızda bulduğumuz bulgularla paralellik göstermektedir.

Denemede uygulanan farklı organik materyallerin bitki taç yüksekliği üzerine etkili olduğu görülmektedir (Tablo 5). Kıvırcık marul bitkisinde ölçümler sonucu en uzun bitki taç yüksekliğine sahip vermikompost 3 (% 9) dozu olmuştur. En düşük bitki taç yüksekliği ise hiçbir muameleye tabi tutulmayan kontrol grubundaki bitkilerden ölçülmüştür. Diğer uygulamalar kontrole göre bir nebze daha artış göstermişlerdir. Leonardit 3 (% 9) ve leonardit 2 (% 6) dozları vermikompost 1 (% 3)'e göre artış göstermişlerdir.

Peyvast ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada; ıspanak bitkisinde vermikompostun bitki taç yüksekliğini artırdığını bildirmişlerdir. Özkan ve Müftüoğlu (2015)' nun yaptıkları çalışmada ise marul bitkisinde vermikompostun 5 dozu kullanılarak yaptıkları çalışmada verim ve bitki boyu üzerine uygulamaların istatistiki anlamda bir fark yaratmadığını belirtmişlerdir.

Denemede uygulanan farklı organik materyallerin bitki yaş kök ağırlığı üzerinde etkili olduğu Tablo 5'de belirtilmiştir. Kıvırcık marul bitkisinde ölçümler sonucu en ağır kök ağırlığına sahip vermikompost 1 (% 3) dozu olmuştur. En düşük kök ağırlığı ise 4.71 Gıdya 2 (% 6) ölçülmüştür. Leonardit dozları arttıkça kök ağırlığı artmışken vermikompost dozları ise arttıkça azalış göstermişlerdir.

Çivit (2010)'da yaptığı tezinde en fazla kök ağırlığının alındığı bitkilerin Leonardit katkılı ortamlardan olduğunu belirtmiştir. En fazla kök ağırlığının alındığı ortam 54.53 g/bitki ile Leonardit25 uygulaması olmuşken 51.06g/bitki ile Leonardit 15 ve 44.58 g/bitki ile Leonardit 5 uygulamaları izlemiştir. Bunların ardından aynı istatistiki grupta bulunan Zeolit25, Zeolit15 ve Zeolit 5 uygulamaları izlemiştir. Gıdya uygulamaları, Leonardit ve Zeolit uygulamalarından sonra gelmesine karşın; kontrole göre oldukça başarılı bulunmuştur.

Denemede uygulanan farklı organik materyallerin gövde çapı üzerinde etkili olduğu Tablo 5'de belirtilmiştir. Kıvırcık marul bitkisinde ölçümler sonucu en kalın gövde çapına sahip 1.21 mm ile vermikompost 2 (% 6) dozu olmuştur. En düşük gövde çapına ise 0.75mm ile gıdya 2 (% 6) uygulamasındaki bitkilerden ölçülmüştür. Leonardit dozları arttıkça gövde çapı artış göstermiştir. Tekin Al (2018) durgun su kültüründe Caipira kıvırcık çeşidinde yaptıkları çalışmada bitki kök boğazı çaplarını 0.79-0.98 mm arasında ölçmüş, Uygunsoy (2016) dört farklı marul çeşidiyle yaptığı çalışmada kıvırcık çeşitlerin çaplarını ise 1.3 mm olduğunu belirtmiştir. Çalışma verileri ile karşılaştırıldığında elde ettiğimiz sonuçların yakın değerler olduğu görülmektedir. Sonuçlar arasındaki ufak farklılıklarında yetiştirme şekli, hasat süresi gibi farklılıklardan kaynaklandığını söyleyebiliriz.

Denemede uygulanan farklı organik materyallerin yaprak sayısı üzerinde etkili olduğu Tablo 5'de belirtilmiştir. Kıvırcık marul bitkisinde ölçümler sonucu en fazla yaprak sayısına sahip 27 adet ile vermikompost 2 (% 6) dozu olmuştur. En düşük yaprak sayısı ise 20 adet ile kontrol grubundaki bitkilerde olduğu ölçülmüştür. Uygulamalar kontrole göre artış göstermiştir.

Özkan ve Müftüoğlu (2015) yaptığı çalışmada yaprak sayısı üzerine vermikompostun etkili olmuştur, aynı şekilde yaptığımız çalışmada da vermikompost uygulamalarının yaprak sayısı üzerine daha etkili olduğu görülmektedir. Çivit (2010), organik kaynaklı materyallerle yaptığı çalışmada en fazla yaprak sayısını marula uyguladığı leonardit katkılı ortamdan 36.96 ile 41.75 adet/bas olarak elde etmiştir. Çalışmamızla kıyaslandığında yaprak sayılarındaki bu farklılığın yetiştirme şekli ve hasat süresi ile ilgili olduğu söylenebilir.

Denemede uygulanan farklı organik materyallerinin kontrole göre yaprak kalınlığını düşürme (inceltme) üzerinde etkili olduğu Tablo 5' de görülmektedir. Gıdya uygulamasının dozları arasında istatistiksel farklılık olduğu ve diğer uygulamaların dozları arasında farklılığın olmadığı dikkati çekmektedir. Kıvırcık marul bitkisinde ölçümler sonucu en kalın yaprak kalınlığı kontrol grubu olmuştur. En düşük yaprak kalınlığı ise 0.344 mm ile vermikompost 1 (% 3) olurken bunu Gıdya 3 (% 9) uygulaması takip etmiştir. Kıvırcık yaprak salata da kalite kriteri olarak yaprak kalınlığının ince olması istendiği düşünüldüğünde, yapılan uygulamaların (özellikle vermikompostun 1. dozu ve gıdyanın 2. ve 3. dozu) yaprak kalınlığı üzerine olumlu etkisinin olduğu söylenebilir.

Hasat edilen bitkilerin ağırlıkları alındıktan sonra, bitkilerin kapladığı alandaki pazarlanabilir toplam verim değeri kg/dekar' a çevrilerek hesaplanmıştır. Çalışmada farklı organik materyallerinin kıvırcık yaprak salatada verime etkileri istatistiksel olarak önemli ($p=0.05$) bulunmuştur.

Tablo 6. Organik materyal ve dozlarının verim ortalamaları, kontrole göre % değişimleri ve verim farklarına etkisi

UYGULAMA	Verim (kg/dekar) ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)	% Değişim	Fark (kg)
Kontrol	192.6±5.00 C	0	0
V 1 (% 3)	363.6±7.22 A	88.785	171
V 2 (% 6)	388.2±7.22 A	101.558	195.6
V 3 (% 9)	385.2±7.22 A	100	192.6
LSD	ÖD		
L 1 (% 3)	261±3.45 BC	35.514	68.4
L 2 (% 6)	286.8±3.45 B	48.910	94.2
L 3 (% 9)	299.4±3.45 B	55.452	106.8
LSD	ÖD		
G 1 (% 3)	220.8±4.10 C	14.642	28.2
G 2 (% 6)	215.4±4.10 C	11.838	22.8
G 3 (% 9)	245.4±4.10 C	27.414	52.8
LSD	ÖD		
T.U.İ. LSD	31.963		

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark vardır ($p<0.05$). Aynı sütundaki küçük harfler gübrelere üç farklı dozu arasındaki büyük harfler ise tüm gübre dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir. ÖD: ortalamalar arasındaki fark önemli değil. T.U.İ. :tüm uygulamalar için. LSD: En küçük anlamlı fark testi (least significant difference test).

Denemede uygulanan farklı organik materyallerinin verim üzerinde etkili olduğu Tablo 6'da gösterilmiştir. Kıvırcık marul bitkisinde ölçümler sonucu, verim üzerine vermikompostlu uygulamaların oldukça etkili olmuş, fakat vermikompostlu uygulamalar arasında istatistik fark önemsiz bulunmuştur. En fazla verim vermikompostun 2. dozundan (388.2 kg/da) alınmıştır. Leonarditin 3. dozu ise vermikompostlu dozları (299.4 kg/da) takip etmiştir. En az verim ise kontrol grubu (192.6 kg/da) olurken, gıda uygulamaları verimde kontrole göre nispeten azda olsa artış göstermiştir. En yüksek verim alınan vermikompost 2 (% 6), en düşük verim alınan kontrol grubu ile kıyaslandığında yaklaşık 196 kg/dekar' lık büyük bir fark oluştuğu dikkati çekmektedir. Uygulamalar arasından kontrole göre en büyük fark sırasıyla V2, V3 ve V1'de belirlenmiştir. Bu uygulamaların verimi kontrole göre 2 kat artırdığı görülmektedir. En az fark ise 22.8 kg ile G2 uygulaması olmuştur. Köse (1998), biber bitkisinde mineral gübreleme ile organik gübre (mikoriza, kompost ve ahır gübresi) uygulamalarının bitkinin besin maddesi alımına etkisini araştırdığı çalışmada, verimin organik gübre uygulamalarının mineral gübre ve kontrole kıyasla neredeyse 2 kat daha fazla artış göstermiştir. Yine Polat ve ark. (2000)' nın yaptığı çalışmada verim sonuçları kontrole göre % 56-212 oranlarında artırdığını bildirmişlerdir. Ayrıca Bilgi (2009) marul da 7 farklı organik gübre, 15-15-15 kompoze gübreli ve gübresiz (kontrol) ortamlarda yetiştirilen bitkilerin verim üzerine etkilerini karşılaştırdığı çalışmada, 15-15-15 gübreli kontrol uygulamalarına göre uygulanan organik gübrelere marul bitki gelişimi ve verimini arttırdığını tespit etmişlerdir.

Öztürk ve ark., (2011), değişik organik materyaller ve çeşitli gübre dozları ile farklı kıvırcık marul çeşitlerinde yaptıkları çalışmada; verim değerlerinin 1990 kg/da ile 5960 kg/da arasında olduğunu bildirmişlerdir. Bu değerler bizim çalışmamızdan aldığımız sonuçlarla karşılaştırıldığında ise elde ettiğimiz verimin düşük çıkmasını saksı çalışması olduğuna, uygulama şekil ve dozlarına ve hasat sürelerine bağlayabiliriz.

Rytelewski (1969), gidyanın tek uygulanmasına karşı, kimyasal gübrelere birlikte uygulanmasının daha etkili olduğunu belirtmiştir. Ülgen ve Dırdıoğlu (1975), gidyanın bir gübre gibi kullanılmasının ürün artışında etkili olmayacağını bildirmişlerdir. Çalışmamızda Gıdy'a dan alınan verim için de aynı şeyleri söylemek mümkündür.

3.1.1. Bitkilerin Farklı Periyotlardaki Gelişim Durumları

Çalışmada daha iyi gözlem sonuçları elde edebilmek amacıyla belirli tarihlerde her uygulamadaki parseller bir araya getirerek gözlemler yapılmıştır (Şekil 1, Şekil 2, Şekil 3, Şekil 4, Şekil 5, Şekil 6, Şekil 7, Şekil 8, Şekil 9 ve Şekil 10).



Şekil 1. Çalışmanın kurulduğu ilk günden görünüm.



Şekil 2. Bitkilerin 25. gündeki genel bir görünümü.



Şekil 3. 40. günde bitkilerin gelişim durumları.



Şekil 4. Bitkilerin 60. gündeki gelişim durumları.

3.2. Klorofil İçerikleri ve Suda Çözülebilir Kuru Madde (SÇKM) Miktarında Meydana Gelen Değişimler

Farklı organik materyallerinin kıvırcık yaprak salatada verim, kalite ve bitki besin içeriğinin belirlenmesi amaçlı çalışmada, uygulamaların klorofil miktarına etkileri istatistiksel olarak önemli ($p \leq 0.05$) bulunmuş, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı önemsiz ($p \leq 0.05$) bulunmuştur.

Klorofil miktarı bakımından uygulamalar arasında en fazla klorofil konsantrasyon ortalaması vermikompost 1’de, en az klorofil konsantrasyonu kontrol grubunda ölçülmüştür. Gıdya dozları arasında klorofil miktarı bakımından istatistiki açıdan farklılık görülürken, diğer uygulamaların dozları arasında farklılık önemli bulunmamıştır (Tablo 7). Raviv ve ark. (1998), marul ve lahana da yaptıkları çalışmada Mikoriza ve Trichoderma inokule edilmiş ortamdaki lahana fideleri ise, inokule edilmemiş ortamdakilere göre daha yüksek klorofil konsantrasyonuna sahip olduğunu belirtmişlerdir. Tekin Al (2018), durgun su kültüründe farklı besin çözeltilerinde yetiştirdiği kıvırcık yaprak salatada elde ettiği klorofil miktarlarını en düşük 3.432 $\mu\text{mol/g}$ T.A. en yüksek 4.556 $\mu\text{mol/g}$ T.A. olarak ölçmüştür. Çalışma ile kıyaslandığında farklılığın sebebini yetiştirme şekline kaynaklandığı söylenebilir.

Tablo 7. Bitkilerin klorofil ve Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM) miktarlarındaki değişimleri

Uygulama	Klorofil ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)	SÇKM ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)
Kontrol	2.561±0.324 C	3.18±0.19
V1	4.833±0.371 A	2.82±0.18
V2	3.748±0.371 BC	3.06±0.18
V3	3.914±0.371 AB	3.46±0.18
LSD	ÖD	ÖD
G1	4.503±0.309 a AB	3.44±0.21
G2	4.053±0.309 a AB	3.32±0.21
G3	2.936±0.309 b BC	3.24±0.21
LSD	2.135	ÖD
L1	4.119±0.266 AB	3.32±0.18
L2	4.126±0.266 AB	2.92±0.18
L3	4.766±0.266 A	3.42±0.18
LSD	ÖD	ÖD
T.U.İ. LSD	2.075	ÖD

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark vardır ($p < 0.05$). Aynı sütundaki küçük harfler gübrelerin üç farklı dozu arasındaki büyük harfler ise tüm gübre dozları arasındaki farklılıkları göstermektedir. ÖD: ortalamalar arasındaki fark önemli değil. T.U.İ. :tüm uygulamalar için. LSD: En küçük anlamlı fark testi.

Yapılan uygulamalar ve dozları arasında suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı bakımından istatistiksel farklılık önemsiz ($p \leq 0.05$) bulunmuştur. Bitki suda çözünebilir kuru madde

miktarı bakımından uygulamalar arasında en fazla SÇKM ortalaması vermikompost 3 'de (% 3.86), en az SÇKM ortalaması ise vermikompost 1 'de (% 2.92) ölçülmüştür. Benzer şekilde Polat ve ark. (2000), marul da farklı organik gübre uygulamaları yaptıkları çalışmada gübre uygulamalarının SÇKM üzerine etkisiz olduğu belirtmişlerdir. Güvenç ve ark. (2004), suda çözünür kuru madde miktarını konvansiyonel yetiştiricilikte % 3.4, organik yetiştiricilikte ise bu değer % 4.7 'e kadar çıktığına değinmişlerdir. Bunun yanında Koudela ve Petrikova (2008) ve Polat ve ark.(2008) gibi araştırmacılar ise bu farklılıkların önemli olmadığı belirtmişlerdir. Ayrıca Topaklı Solak (2016), SÇKM' nin gerek dikim zamanlarına ve gerekse yetiştirme şekillerine göre değişebileceğini ve bu değişkenliğin yetiştiricilik yapılan dönemin ekolojik faktörlerin kuru madde birikimini etkilenmesinden kaynaklandığını belirtmiştir. Bizim çalışmamızda elde ettiğimiz farklılıkların da bundan ileri geldiğini düşünmekteyiz.

3.3. Yaprak Renginde Meydana Gelen Değişimler

Özellikle yoğun yeşil renk, yeşil sebzelerde önemli bir kriteridir. Çalışmada farklı organik materyalin kullanıldığı uygulamada yaprak renk analizi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. L* rengin parlaklığından ileri gelen değişimleri istatistiksel olarak önemsiz ($p < 0.05$) bulunmuştur. Renkler a* (+ kırmızı, - yeşil), b* (+sarı, -mavi) ve L* (parlaklık) renk değerleri ifade etmektedir.

L* renk değeri yaprak parlaklığını vermekte olup uygulamalar arasında L renk değeri bakımından istatistiksel olarak önemli farklılık bulunmuştur (Tablo 8). Vermikompostun dozları arasında önemli farklılıklar bulunurken diğer uygulamalarda bu söz konusu değildir. Tüzel ve ark. (2011)'nin organik salata-marul yetiştiriciliği ile ilgili yaptıkları çalışmada L* renk değerini 47.4-53.6 aralığında ölçülmüştür. Tekin Al (2018), yaptığı durgun su kültüründe yetiştirilen kıvırcık yaprak salata (*Lactuca sativa* var. *crispa*)'da farklı besin reçetelerinin verim ve bazı kalite kriterleri üzerine etkilerinin araştırılması adlı çalışmasında L* renk değerini 51.787-54.427 aralığında ölçmüştür. Yapmış olduğumuz bu çalışmada da benzer sonuçlar bulunmuştur. Vermikompost dozları arasında ve uygulamalar arasında L değeri önemli farklılık göstermiştir.

Tablo 8. Organik materyallerin ve dozlarının yaprak renklerine etkileri

Uygulama	L* ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)	a* ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)	b* ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)	Croma ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)	Hue ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)
Kontrol	53.83±1.48 AB	-16.94±0.40	31.42±0.63	35.71±0.66	118.27±0.54
V1	50.19±1.35 bB	-17.51±0.37	30.84±0.68	35.48±0.69	119.65±0.57 a
V2	55.07±1.35 aAB	-17.25±0.37	32.41±0.68	36.74±0.69	118.06±0.57ab
V3	57.76±1.35 aA	-16.73±0.37	32.63±0.68	36.68±0.69	117.13±0.57 b
LSD	9.363	ÖD	ÖD	ÖD	3.986
G1	51.23±1.68 B	-17.33±0.40	31.51±0.71	35.97±0.71	118.86±0.53
G2	55.30±1.68 AB	-16.79±0.40	32.56±0.71	36.64±0.71	117.27±0.53
G3	54.25±1.68 AB	-16.33±0.40	31.19±0.71	36.19±0.71	117.53±0.53
LSD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
L1	53.17±1.08 B	-16.76±0.24	30.81±0.54	35.08±0.54	118.61±0.42
L2	55.18±1.08 AB	-16.33±0.24	30.97±0.54	35.02±0.54	117.80±0.42
L3	52.03±1.08 B	-17.05±0.24	31.03±0.54	35.41±0.54	118.78±0.42
LSD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
T.U.İ. LSD	9.473	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark vardır ($p < 0.05$). Aynı sütundaki küçük harfler gübrelerin üç farklı dozu arasındaki büyük harfler ise tüm gübre dozları

arasındaki farklılıkları göstermektedir. ÖD: ortalamalar arasındaki fark önemli değil. T.U.İ. :tüm uygulamalar için. LSD: En küçük anlamlı fark testi.

a* renk değeri bakımından istatistiksel olarak önemli bir farklılık elde edilmemiştir. b* renk değeri bakımından uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir. Croma, bir rengin aynı değerdeki renk tonu olmayan (siyah-beyaz arası) bir renkten ayırım derecesini belirleyen niteliğidir. Croma renk değeri bakımından uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir. Yeşil renkli bitkilerde ölçülmüş olan hue değerinin üzerine eklenen 180° ile bulunan sonucun x ekseninde 180°'ye en yakın olan sonuç en koyu yeşil renkli bitkiyi ifade etmektedir. Çalışmada uygulamalar arasında Hue renk değeri bakımından istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır. Fakat vermikompost dozları arasında fark önemli bulunmuştur. Vermikompostun 1. dozunda bitkilerin daha koyu yeşil renge sahip olduğu söylenebilir.

Topaklı Solak (2016), Kıvırcık salatalarda elde edilen hue değerlerini diğer çalışmalarla karşılaştırdığında, değerlerin değişkenliğinin iklim ve toprak faktörlerinden ileri geldiğine değinmiştir. Çalışmamızda ölçülen Hue değerlerinin; Topaklı Solak (2016)'ın, değerlerinden düşük fakat Tüzel ve ark. (2011)'nın yaptıkları çalışmadaki L*, a*, b* ve hue değerleri sonuçlarına yakın sonuçlar çıktığı görülmektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bitkilerin gelişimlerini devam ettirebilmeleri için tarım yapılan toprakların verimliliklerinin artırılması, mevcut verimlilik potansiyelinin korunması ve alınan veya çeşitli yollarla kayba uğrayan besin elementlerinin çevreye dost bir şekilde yeniden bu topraklara kazandırılması gerekmektedir. Bu durum ise ancak gübreleme ile yapılabilir. Böylece ürünlerin topraktan kaldırdıkları besin elementlerinin toprağa geri kazanımı sağlanmaktadır.

Gübre kullanım bilincinin yeterince oluşmaması ve bazen de aşırı gübre kullanımı sonucu kalite bozulması, tarım topraklarının verimliliğini kaybetmesi, çevreye olumsuz etkisi gibi sorunlara neden olmaktadır. Aynı zamanda gereğinden az gübre kullanımı ile verim düşüklüğü görülmektedir.

Bitki gelişiminin sağlıklı olabilmesi için toprakta optimum düzeyde bitki besin elementi bulunması ve besin elementlerinin bitkilerce alınabilirliği oldukça önemlidir. Toprakta yetersiz olan besin elementlerini takviye etmek için uygulanan gübrelerden bitkilerin yeterli düzeyde faydalanabilmesi gerekmektedir. Gübre kullanımının etkin olmasına toprak, bitki, iklim gibi birçok faktör etki etmektedir.

Son yıllarda tarımsal alanda organik üretim üzerine olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır. Organik üretim yapılabilmesi, organik maddenin toprakta artırılması ile ilgili olduğundan, toprakların organik madde içeriğinin artırılması giderek yaygınlaşmakta ve değişik kaynaklar önerilmektedir. Yaprağı tüketilen sebzelerin koyu yeşil yaprak renginin sağlanması ve yüksek verim için aşırı gübreleme (özellikle azotlu gübreleme) yapıldığından dolayı bu sebzelerin organik tarım kurallarına uygun olarak üretilmesi önem arz etmektedir. Aşırı gübrelemeyle yeraltı suları kirlenmekte ve yapraklarda insan sağlığını olumsuz etkileyebilecek çeşitli bileşikler, insan sağlığı için izin verilen sınır değerlerin üzerine çıkmaktadır. Azot, bitkiler tarafından nitrat ve amonyum formunda alınmaktadır. Organik gübre kaynakları kullanılarak yapılan organik üretimde nitrat birikimi konvansiyonel üretime göre daha düşük olmaktadır.

Beslenme açısından önemli olan ve kimyasal azotlu gübreler uygulandığında, yapraklarında nitrat/nitrit birikimi riski taşıyan salatalarda organik gübre olarak farklı dozlarda vermikompost, gıda ve leonardit uygulamalarının verim, kalite, bitki besin elementi içeriğine etkilerinin belirlenmesi amaçlayan bu çalışmada; bitki taç ağırlığı (g), bitki taç yüksekliği (cm), yaş kök ağırlığı (g), kök boğazı çapı (mm), yaprak sayısı (adet), yaprak kalınlığı (mm), klorofil miktarı, SÇKM (Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı), yetiştirme ortamının bazı fiziksel ve kimyasal analizleri ile yaprak renk analizi ölçümleri yapılmıştır. Sonuçlar aşağıda özetlenmiş ve önerilerde bulunulmuştur.

Uygulanan vermikompost, gıda ve leonardit organik materyallerin dozlarının bitki taç yüksekliğine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Gıda materyalinin uygulama dozlarının

bitki taç yüksekliği, kök boğazı çapı, kök ağırlığı ve yaprak kalınlığına etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca, bitki taç yüksekliği, bitki taç ağırlığı, yaprak sayısı, kök boğazı çapı, kök ağırlığı ve yaprak kalınlığı bakımından yapılan uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yani yapılan organik materyal uygulamalarının bakılan tüm bitki gelişim parametrelerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Araştırma bulgularına göre; uygulanan organik maddelerin kıvırcık yaprak salatada üretim açısından oldukça fazla değeri olan verim komponentleri üzerine etkileri önemli bulunmuşken uygulama dozları arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur. Vermikompost uygulamasının verimi yaklaşık 2 kat artırdığı dikkati çekmektedir ve vermikompost uygulamalarının kıvırcık yaprak salatanın erkencilik özelliğine etki ettiği görülmüştür.

Ülke topraklarının organik maddesinin artırılmasına yönelik öneme sahip olan bu çalışma tarıma katkı sağlayacak ve yaygınlaşması açısından örnek teşkil edecektir. Çalışmanın tarımsal üretim için son derece yararlı sonuçlar ortaya koyduğu kaçınılmaz bir gerçektir. Saksıda yürütülen bu çalışmanın tarla koşullarında ve farklı sebzeler üzerinde denemesi daha net sonuçların ortaya koymasını sağlayacaktır.

5. KAYNAKÇA

Anonim, 2018. T.C. Tarım Ve Orman Bakanlığı <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Tarla-Ve-Bahce-Bitkileri/Urunler-Ve-Uretim> Erişim Tarihi: 01.10.2018.

Bilgi A., 2009. Bazı Hümik, Fulvik ve Amino Asit İçerikli Maddelerin Sera Marul (*Lactuca sativa* var. *longifolia* cv. Bitez F1) Üretiminde Verim ve Bitki Gelişimi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş.

Chen, Y., Aviad, T., 1990. Effect of Humic Substances on Plant Growth. in: Humic Substances in Soil and Crop Sciences; Selected Readings, American Society of Agronomy and Soil Science Society of America. Madison, WI, 161–186.

Çivit, B., 2010, Bazı Doğal Maddelerin (Gıdya, Zeolit ve Leonardit) Marulda (*Lactuca sativa* L. var *longifolia*) Verim ve Büyüme Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Sütçü

Fritz, D., (1983). Nitrat in gemuse und grundwasser. Vortagstagung Bonn Universitaets Druckerei, Bonn, 1-7.

Günay, A., 1972, Sebzeçilik, Özel Sebze Yetiştiriciliği, Ankara, 312.

Günay, A., 2005. Sebze yetiştiriciliği. Özel Sebze Yetiştiriciliği. Cilt 2. İzmir, 531.

Güvenç, İ., Kaymak, H. C., Karatas, A., 2004, Alçak tünelde farklı dikim zamanlarının marulda bitki gelişmesi ve verime etkisi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 35 (1-2), 35-38.

Koudela, M., Petrikova, K. 2008. Nutrients content and yield in selected cultivars of leaf lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*). Horticultural Science, 35 (3): 99–106.

Köse, O., 1998. Mikoriza inokulasyonu, Kompost, Ahır Gübresi ve Mineral Gübrelemenin Biber Bitkisinin Büyüme ve Besin Elementi Alımı Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı Adana.

Lazcano, C., J. Domínguez, 2011. The Use of Vermicompost in Sustainable Agriculture: Impact on Plant Growth and Soil Fertility, In: Soil Nutrients. Editor: Mohammad Miransari. Nova Science Publishers, Inc. Chapter 10: 211-234.

Munsuz, N., Akyıldız, R., 1979. Afşin-Elbistan Bölgesi linyit kömürü yataklarından elde edilen gıdyaların bölge topraklarının kıvam limitleri üzerinde bir araştırma. Türk Toprak İlmi Derneği, 7 ve 8 Bilimsel Toplantı Tebliğleri, 420 -431.

Okudur, E., Ercan, N., 2016. Farklı gübre uygulamalarının durgun su kültüründe yetiştirilen marullarda verim ve kaliteye etkileri. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi TARGİD, 69-78.

Özkan N., Müftüoğlu N.M., 2015. Farklı dozlardaki vermikompostun marul verimi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkisi, VII. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Bildirileri-Cilt II: Sebzeçilik-Bağcılık-Süs Bitkileri, 25-29 Ağustos 2015, Çanakkale, 121-124.

Öztürk, A., Bulut, S., Yıldız, N., Karaoğlu, M.M. 2011. Effects of organic manures and non-chemical weed control on wheat: I-Plant Growth and Grain Yield. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 18: 9-20.

Peyvast, G.H., Olfati, J.A., Madeni, S., Forghani, A., 2008. Effect of vermicompost on the growth and yield of spinach (*Spinacia oleracea* L.). *International Journal of Food, Agriculture and Environment*. 6 (1): 110– 113.

Polat, E., Sonmez S., Demir H., Kaplan M., 2000. Farklı organik gübre uygulamalarının marulda verim, kalite ve bitki besin maddeleri alınımına etkileri, Türkiye 2. Ekolojik Tarım Sempozyumu, 14-16 Kasım 2001, Antalya, 69-77.

Polat, E., Demir, H. ve Onus, A. N., 2008, Comparison Of Some Yield and Quality Criteria In Organically And Conventionally-Grown Lettuce, *African Journal of Biotechnology*, 7 (9), 1235-1239.

Raupp, J., 1996. Fertilization effect on product quality and examination of parameters and methods for quality assessment, In: Roupp J. (Ed.). *Quality of plant products grown with manure fertilization*, Darmstadt, 4448p

Raviv, M., Reuveni, R., Zaidman, B. Z., 1998. Improved Medium for Organic Transplants. *Biological-Agriculture-and-Horticulture*. 16: 1, 53-64, Cab.Abst. No: 980308641.

Rytelewski, J., 1969. Effect of gyttja application on yields of yellow lugin. *Solid and Fertilizer*, 28: 80.

Sağlam, M.T., Özel, E.Z., Bellitürk, K., 2012. İki farklı tekstüre sahip toprakta leonardit organik materyalinin mısır bitkisinin azot alınımına etkisi. *SAÜ Fen Edebiyat Dergisi* 2012 (1).

Saltalı, K. 2015. Tarımda toprak kalitesi için gıda kullanımı. *Türkiye Doğal Beslenme ve Yaşam Boyu Sağlık Zirvesi. Özet Kitap*. 20-23 Mayıs, Bilecik, Türkiye.

Samanidou, V., Papadoyannis, I., Vasilikiotis, G., 1991. Mobilization of Heavy–Metals From River Sediments of Northern Greece, by Humic Substances, *Journal Enviromental. Science Health A26*, 1055–1068.

Sinha, R.K., Soni, B.K., Agarwal, S., Shankar, B., Hahn, G., 2013. Vermiculture for Organic Horticulture: Producing Chemical-Free, Nutritive & Health Protective Foods by Earthworms. *Agricultural Sci*. 1(1), Published by Science and Education Centre of North America. p.17-44.

Tekin Al, S. 2018. Durgun Su Kültüründe Yetiştirilen Kıvırcık Yaprak Salata (*Lactuca Sativa* Var. *Crispa*)’ Da Farklı Besin Reçetelerinin Verim Ve Bazı Kalite Kriterleri Üzerine Etkilerinin Araştırılması (yüksek lisans tezi). Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.

Topaklı Solak, F., 2016. Çanakkale Şartlarında Tarla ve Tünel Altında Kıvırcık Salata (*Lactuca sativa* var. *Crispa*) Yetiştirme Olanakları (yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Tüzel, Y., Öztekin, G.B., Duyar, H., Eşiyok, D., Kılıç, Ö.G., Anaç, D., Kayıkçıoğlu, H.H. 2011. Organik salata-marul yetiştiriciliğinde agryl örtü ve bazı gübrelerin verim, kalite, yaprak besin madde içeriği ve toprak verimliliği özelliklerine etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 17: 190-203.

Uygunsoy, F., 2016. Durgun Su Kültüründe Yetiştirmeye Uygun Marul Tiplerinin Belirlenmesi (Yüksek lisans tezi). Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(1), Antalya, 79–85.

Ülgen, N., Dıgdıoğlu, A., 1975. Gıda toprağının gübre değerinin saptanması. *Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü*, 1973-1975 yılları araştırma raporları, Genel Yayınlar No: 67.

Venter, F., 1978. Einflüsse auf den Nitratgehalt von Kopfsalat (*Lactuca sativa* L. var. *capitata* L.) *Landwirtsch Forsch. Sonderh.* 35: 616-623.

Yıldırım, E., Karlıdağ, H., Turan, M., Dursun, A., Göktepe, F., 2011. Growth, nutrient uptake, and yield promotion of broccoli by plant growth promoting rhizobacteria with manure. HortScience, 46(6):932-936.

Yıldırım, M., Bahar, E., Demirel, K., 2015. Farklı sulama suyu seviyelerinin serada yetiştirilen kıvırcık marulun (*Lactuca sativa* var. *Campania*) verimi ve gelişimi üzerine etkileri. Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 3 (1): 29–34.

Zibilske, L., 2004. National Organic Standards Board. Compost Tea Task Force Report. USDA/ARS.