

Klonlama Uygulama Alanları ve Biyoetik Cloning Application Areas and Bioethics

Fatma ELMUSA^a

Özet

Klonlama, aseksüel yol ile genotip olarak birbiriyle aynı (özdeş) olan hücrelerin veya organizmaların elde edilmesidir. Klonlama, moleküler (gen) klonlama, terapötik (tedavi amaçlı) klonlama ve reproduktif (üreme amaçlı) klonlama olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Moleküler klonlama, genetik mühendisliği teknikleri ile belirli bir DNA dizinin çoğaltılmasıdır. Terapötik klonlama hücre topluluğunun çoğaltılması anlamına gelirken reproduktif klonlama aynı genetik yapıya sahip organizmaların elde edilmesi anlamına gelmektedir. Bu iki klonlamanın başlangıç aşaması benzer olsa da ilkinde laboratuvar ortamında oluşturulan blastosist kök hücre elde etmek için kullanılırken ikinci klonlama türünde blastosist bir taşıyıcı annenin rahmine yerleştirilerek yeni bireyin oluşturulması için kullanılmaktadır. Bu iki klonlama türü her zaman moleküler klonlamadan daha tartışmalı olmuştur. Özellikle son yıllarda reproduktif klonlama ile ilgili atılan adımlar ve geliştirilen teknolojiler dikkat çekmeye başlamıştır. 1996 yılında Somatik Hücre Nükleer Transferi (SCNT) tekniği ile Dolly adlı ilk memeli hayvanın klonlanması, reproduktif klonlama başta olmak üzere klonlama ile ilgili tartışmaların artmasına neden olmuştur. Bazıları, yeni olan bu teknolojinin hem insan hem çevre için olumsuz sonuçlara yol açacağı görüşünü savunurken bazıları klonlamanın gerekli olduğunu ve hayvancılık ve tıp gibi alanlarda yeni imkanlar sağlayacağı görüşünü savunmaktadır. Bu konuda devam eden tartışmalar klonlamanın ilerlemesini engelleyen en önemli faktörlerden biridir. Bir yandan insan ve hayvan hakları tartışma konusu olmuşken diğer yandan klonlamanın çevreye olan etkisi de tartışılmaktadır. Bu makalede klonlama karşıtları ve taraflarının klonlama ile ilgili tartıştığı noktalara değinmeden önce klonlama teknolojisi, tarihçesi ve uygulama alanları üzerinde durulacaktır. Böylece klonlama konusu ile ilgili temel kavramlar açıklanarak genel bilgi edinilecek ve konunun daha iyi anlaşılması sağlanacaktır. Daha sonra SCNT tekniklerine dayalı klonlama terimi ile ilgili yapılan etik tartışmalar özetlenecektir.

Anahtar Kelimeler: Klonlama; etik; biyoetik; terapötik klonlama; reproduktif klonlama

Abstract

Cloning involves obtaining cells or organisms that are genotypically identical through asexual means. Cloning can be divided into three categories: molecular (gene) cloning, therapeutic cloning, and reproductive cloning. Molecular cloning is the duplication of a specific DNA sequence using genetic engineering techniques. Therapeutic cloning refers to the reproduction of a population of cells, while reproductive cloning involves obtaining organisms with the same genetic makeup. Although the initial stages of these two types of cloning are similar, in the former, a blastocyst created in a laboratory is used to obtain stem cells, while in the latter, the blastocyst is placed in the uterus of a surrogate mother to create a new individual. These two types of cloning have consistently been more contentious than molecular cloning. Particularly in recent years, the strides taken, and technologies developed in reproductive cloning have begun to draw attention. The cloning of the first mammal named Dolly using the Somatic Cell Nuclear Transfer (SCNT) technique in 1996 significantly escalated debates surrounding cloning, especially reproductive cloning. Some argue that this novel technology will yield adverse consequences for both humans and the environment, while others advocate that cloning is imperative and will offer novel opportunities in domains such as livestock and medicine. Ongoing discussions on this matter remain one of the pivotal hindrances to the advancement of cloning. While human and animal rights have been the subject of debate, the impact of cloning on the environment is also under scrutiny. Before addressing the points debated by proponents and opponents of cloning, this paper will delve into cloning technology, its history and application areas. Thus, by elucidating fundamental concepts regarding cloning, general information will be acquired, and a better understanding of the subject will be provided. Subsequently, ethical debates surrounding the term 'cloning' attributed to SCNT techniques will be summarized.

Keywords: Cloning; ethics; bioethics; therapeutic cloning; reproductive cloning

^a Doktora Öğrencisi, Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, Moleküler Biyoloji Bilim Dalı, Eskişehir, Türkiye.

✉ fatima.almousa1998@gmail.com ORCID: 0000-0001-6645-5487

Gönderim Tarihi: 22 Temmuz 2023 • Kabul Tarihi: 12 Aralık 2023

Elmusa F

GİRİŞ

Klonlama terimi, Yunanca'da "dal" anlamına gelen "clonos" kelimesinden türetilmiştir (1). Altıncı yüzyılda yaşamış John Philoponus adlı filozof, eşeysiz üremeyi ifade etmek için, günümüzde halen taksonomide kullanılan "clade" teriminin köken aldığı "clados" sözcüğünü kullanmıştır (2). Yirminci yüzyıldan önce teknolojinin gelişmesiyle ortaya çıkan aşılama, daldırma ve tomurcuklanma gibi tarımsal uygulamaların tamamını kapsayan bir terim yoktur. Bunun için 1903 yılında Herbert John Webber tarafından tek bir atadan eşeysiz olarak çoğaltılmış organizma kolonilerini tanımlamak için daha önce önerdiği "strace" terimi yerine Yunanca kökenli "clon" terimini önermiştir (3). Charles Pollard'ın yazım önerisiyle 1905'te "clone" terimi kabul edilmiştir (2). Hızlı bir şekilde kabul gören Klon terimi, doğal olarak veya insan müdahalesi ile bitkilerin eşeysiz olarak çoğaltılmış soyunu tanımlamak için tarım alanında kullanılmıştır (4). Daha sonra 1912'de George Harrison Shull bu terimin hayvanlara da genişletilmesini önermiştir (5). Böylece klonlama teriminin anlam yükü, tek bir atadan gelen kalıtsal olarak özdeş kopyalar anlamına da gelecek şekilde genişletilmiştir (6).

Klonlama, doğada partenogenez adı verilen döllensiz üreme ve embriyo bölünmesi süreçlerinde kendiliğinden gerçekleşebilmektedir. Fakat 1952 yılında Robert William Briggs ve Thomas Joseph King'in kurbağalar üzerinde klonlama deneyi yapmaları ve 1962 yılında John Bertrand Gurdon'un nükleer transferi tekniği ile başka tür kurbağaları laboratuvarında yapay yolla klonlamayı başararak bu alandaki çalışmalar hız kazanmış ve etik tartışmaları çıkmaya başlamıştır (4).

Etik terimi, karakter veya gelenek anlamına gelen Yunanca "ethos" kelimesinden türetilmiştir (7). Etik, iyiyi kötüden ve doğruyu yanlıştan ayırmada rehberlik eden bir prensip olarak düşünülebilir (8). Ancak etik, sadece bu ayırmayı yapmakla sınırlı kalmaz; aynı zamanda bu kavramların nasıl irdeleneceğini, hangi değerlerin önemli olduğunu ve bu değerlerin nasıl dengeleneceğini de inceler. Etik, bir disiplin olarak ikilemleri ele alır ve ahlaki zorunluluklardan tartışma ve çatışmalara yol açan bir sorun veya durumla en iyi nasıl başa çıkılacağını dikkatli bir değerlendirmenin sonucunda ortaya koymaya çalışır (7,8). Bu bağlamda somut ahlaki konuları ele alan uygulamalı etik, pratik hayatta karşılaşılan sorunları sistematik olarak ele alır ve çözmeye çalışır (9). Özellikle tıp ve sağlık alanında karşılaşılan etik sorunlar, uygulamalı etiğin önemli bir konusunu oluşturur. "Biyoetik" uygulamalı etiğin bir alt dalıdır ve terim ilk defa 1927 yılında Fritz Jahr tarafından kullanılmıştır (10). Biyoetik, tıp etiği, hayvan etiği ve çevre etiğinin yanı sıra biyoteknoloji ve tıp araştırmalarının etik boyutunu da kapsamaktadır (11). Dolayısıyla bu tanım, bitkileri, hayvanları veya insanları klonlama tartışmalarından çok daha fazlasını içerir.

Klonlama çalışmaları ve özellikle insan klonlaması konusu, popüler medyada en çok tartışmalara yol açan biyoetik konuları arasında yer almasıyla birlikte klonlama teknolojisinin yanlış tanıtılmasından kaynaklanan biyoetik sorunlar da ortaya çıkmaktadır (12). Dolayısıyla bu derlemede klonlama ile ilgili biyoetik görüş ve tartışmalara geçmeden önce klonlama teknolojisinin temel prensipleri, tarihsel gelişimi ve uygulama alanları hakkında bilgiler verilecektir.

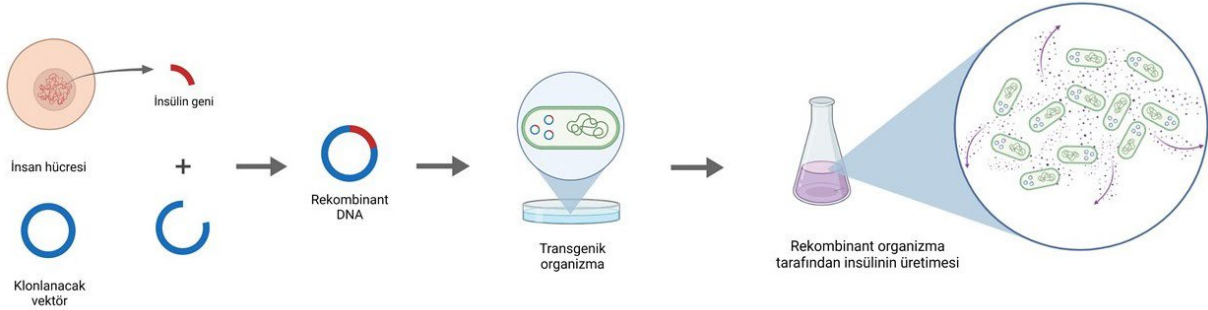
KLONLAMA ÇEŞİTLERİ

Daha önce belirtildiği gibi klonlama bazı organizmalarda; tomurcuklanma, bölünme (fragmentasyon), spor oluşumu, ikili fisyon, partenogenez veya döllensiz yumurtanın bölünmesiyle özdeş ikizlerin oluşumu sırasında doğal olarak gerçekleşebilmektedir (13). İnsanın müdahalesi ile gerçekleştirilen yapay klonlama çeşitleri ise üçe ayrılır:

1. Moleküler (gen) klonlama

Genetik mühendisliği teknolojilerinin kullanılması ile izole edilen belirli bir DNA parçasının uygun olan vektöre yerleştirilmesi sonucunda elde edilen rekombinant DNA'nın uygun bir konak hücreye transfer edilmesi ve orada çoğaltılması sonucunda aktarılan DNA dizisinin özdeş kopyalarının elde edilmesidir

(14,15). Klonlanan DNA parçası protein ürünü olan bir gen ise o proteinin üretimi bu şekilde gerçekleştirmek mümkündür (Şekil 1). Ticari olarak rekombinant DNA teknolojisiyle üretilen ilk protein olan insülin hormonu, insan uygulamaları kapsamında FDA tarafından onaylanan ilk rekombinant DNA ürünüdür (8).



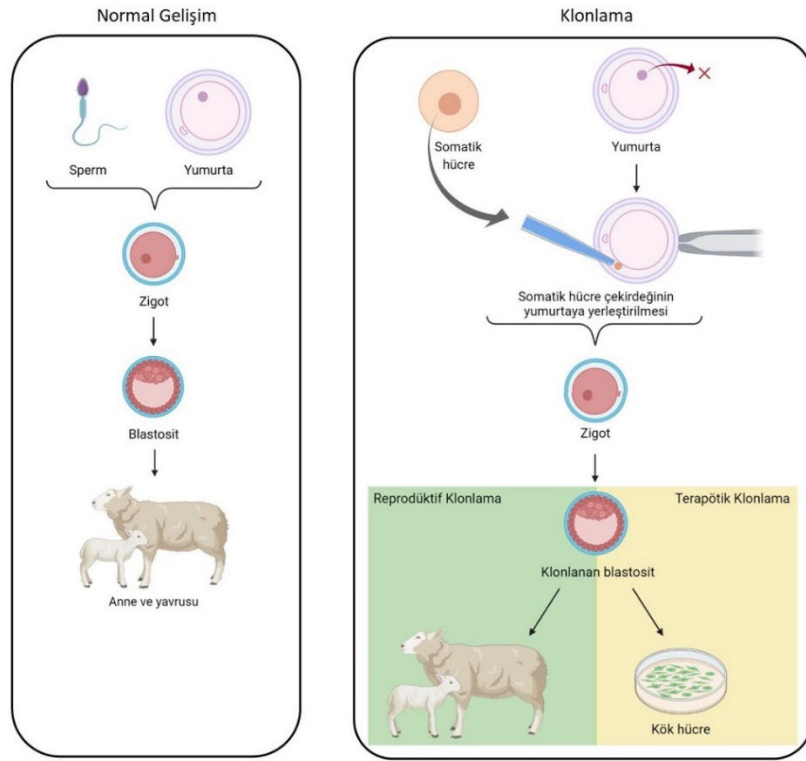
Şekil 1. Rekombinant DNA Teknolojisi ile Protein (İnsülin) Üretimi (16) (Biorender.com kullanılarak çizilmiştir)

2. Reprodüktif (üreme amaçlı) klonlama

Tam bir organizmanın özdeş kopyasının elde edilmesini amaçlayan klonlama türüdür. Bu klonlama tipinde sperm hücresi olmadan yumurtanın döllenmesi gerçekleştirilir (16). Dolayısıyla elde edilen klonlar aynı nükleer DNA'ya sahipken farklı mitokondriyal DNA'ya sahip olur (17). Bunun için genetik materyali çıkarılan ve nötralize edilen yumurtanın içine klonlanmak istenen canlıya ait hücrenin kendisi (Roslin Tekniği) veya mikropipet ile alınan hücrenin çekirdeği (Honolulu Tekniği) aktarılır (18). Daha sonra manipüle edilen oositin hücre bölünmesini uyarmak için bir elektrik akıma maruz bırakılır (19). Döllenmiş yumurtanın taşıyıcı anne rahmine aktarmasıyla embriyo gelişir ve klon elde edilir (20). Doğal olarak gerçekleşen üremenin temelinde embriyo, yarısı anne yarısı babadan gen bilgisine sahip olmaktadır. Bu sayede de çeşitlilik korunur. Ancak üreme amaçlı klonlamada embriyo tek bir ebeveynin genetiğine sahip olduğu için çeşitlilik söz konusu değildir (21).

3. Terapötik klonlama

Tedavi amaçlı klonlamada reprodüktif klonlamanın aksine elde edilen embriyo bir rahme yerleştirilmez. Laboratuvar ortamında farklı teknikleri kullanarak oluşturulan blastosistin içinde bulunan ve çeşitli hastalıkları tedavi etme potansiyeli olan kök hücreler izole edilir (Şekil 2). Böylece genetik açıdan klonlanan birey ile aynı yapıya sahip (özdeş) dolayısıyla da immün sistem rejeksiyonuna neden olmayan hücre/doku/organ elde edilebilir (16,22). Bu şekilde elde edilen kök hücreler ile hastalık modellerinin bulunmadığı durumlarda (özellikle nadir genetik hastalıklar için) in vitro modeller de oluşturulabilir. Bunun yanında özellikle nadir genetik hastalıklarda olduğu gibi hasta sayısının az olduğu ve o hastalığı araştırmanın invaziv ve zor olduğu durumlarda hasta ile genetik olarak özdeş kök hücreler sağlanabilir. Bu kök hücreler, bu hastalıkların daha iyi anlaşılması, tedavi yöntemlerinin geliştirilmesi ve ilaçların test edilmesi gibi çeşitli araştırma alanlarında kullanılabilir (19).



Şekil 2. Normal Gelişim ve Klonlama Çeşitlerinin Farkı (23) (Biorender.com kullanılarak çizilmiştir)

Bu üç klonlama tipi dışında doğal olarak meydana gelen tek yumurta ikizlerine benzer bir şekilde klonlar elde edilmesini sağlayan bir klonlama (embriyo bölme) yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemde bir yumurtanın döllenmesi sonucunda oluşan embriyonik hücreler laboratuvar ortamında ayrılması ve her bir hücrenin ayrı olarak büyümeye devam etmesi sağlanır. Daha sonra bu hücrelerin her biri bir rahme aktarılarak birbirine genetik açıdan özdeş bireylerin oluşması sağlanabilir (19). Ancak bu makalede ele alacağımız klonlama tarihçesi, uygulama alanları ve etik tartışmaları, somatik hücre nükleer transferi (SCNT) tekniklerine atfedilen klonlama terimi ile ilgilidir.

KLONLAMA TARİHÇESİ

1950-1959 arası: İlk klonlama çalışması, UV ışınıyla inaktif hale getirilen kurbağa yumurtalarına farklılaşmış hücre çekirdeklerinin transferi ile 1952 yılında Briggs ve King tarafından gerçekleştirilmiştir (24). Bitki doku kültürü tekniklerinin gelişmesiyle bitki klonlama çalışmalarına da yer verilmiştir. 1958'de Frederick Campion Steward, havuç hücrelerinden bütün bir havuç bitkisini elde etmeyi başardı ve bu sayede havuç klonlanan ilk bitki olmuştur. Bu çalışma somatik hücrelerden de klonlamanın mümkün olabileceğini göstermiştir (25).

1960-1969 arası: 1962'de John Gurdon'un farklılaşmış yetişkin hücrelerden kurbağalar klonlamayı başarması nedeniyle 2012 yılında Nobel ödülü almıştır (26). 1963 yılında Tong Dizhou tarafından erkek bir sazan balığının DNA'sını dişi bir sazanın yumurtasına naklederek dünyanın ilk balığını klonlamayı başarmıştır (27).

1970-1979 arası: 70'li yıllarda Rekombinant DNA teknolojisinin geliştirilmesiyle klonlama çalışmaları da hız kazanmıştır (28).

1980-1989 arası: İlk klonlanan sığır (29) ve koyun (30) Steen Willadsen tarafından 1981 ve 1986 yıllarında ilk nükleer transfer tekniğini kullanarak gerçekleştirilmiştir. Yine 1986 yılında embriyo hücrelerinin kullanılmasıyla bir inek klonlanmıştır (31).

1990-1999 arası: 1995 yılında Ian Wilmut ve Keith Campbell farklılaşmış embriyo hücrelerinden Megan ve Morgan adlı iki koyun klonlamayı başarmıştır (32). Bütün bu çalışmalarda embriyonik hücre çekirdekleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Fakat 1996 yılında Wilmut, ilk defa bir somatik hücre çekirdeği ile ilk memeli hayvanı başarıyla klonlamıştır. Dolly adı verilen bu koyun, altı yaşındaki bir koyunun meme bezlerinden alınan hücreler kullanılarak (Roslin tekniği ile) klonlanmıştır (33). Bir yıl sonra yine Wilmut ve Campbell tarafından Polly ve Molly adında yetişkin somatik hücrelerden ilk transgenik klonların elde edildiği açıklanmıştır (34). Teruhiko Wakayama yaptığı denemeler sonucunda 98 yılında aynı genetiğe sahip üçüncü nesil klon fareler elde etmeyi başarmıştır (35). Daha sonraki çalışmalarda Noto ve Kaga adına inekler (36), Mira adlı keçi (37), Fibro adında ilk erkek hayvan (fare) (35) ve soyu tükenmiş Tasmanya kaplanına ait genetik material canlı bir organizmaya klonlanmıştır (38).

2000 ve sonrası: 2000 yılında Dolly'yi klonlayan araştırma grubu ilk kez beş domuzu (Millie, Alexis, Christa, Dotcom ve Carrel) klonlamayı başardı (39). Aynı yılda diğer araştırmacılar; mikroenjeksiyon tekniği ile Xena adlı (Meishan cinsi) Çin yerli domuzu (40), Ombretta adı verilen somatik hücrelerden ilk keçi, nadir bir koyun ırkı olan yaban koyunu (*Ovis gmelini*) klonlanmıştır (41). Sonraki yıllarda klonlama çalışmalarına ara vermeden devam edilmiştir ve nesli tükenmekte olan bir Asya yaban öküzü (42), CopyCat adlı ilk evcil hayvan ve aynı zamanda ilk kedi (43), somatik hücrelerden tavşanlar (44), Pampa adına ölen bir inekten ilk buzağı (45), 23 yıl önce ölen ve nesli tükenmekte olan Banteng türü sığır (46), ilk katır (47), at (48), geyik (49), Afrika yaban kedisi (50), Little Nicky adı verilen ticari olarak ilk kedi (51), Snuppy adında ilk evcil köpek (52), gelincik (53), ilk Hint şebegi (54), kurt (55), deve (56), dövüş boğası (57), insan anne sütüne benzer süt veren Rosita adlı transgenik inek (58), Hua Hua ve Zhong Zhong adlı iki makak maymunu klonlanmıştır (54).

İnsan klonlandığına dair iddiaları destekleyen herhangi somut bir kanıt bulunmamakla birlikte, bu iddiaları ortaya atan araştırmacılar mevcuttur. Özellikle Clonaid adlı şirket, 2002 yılında Eve isminde ilk insanı klonlandıklarını iddia ederek büyük bir tartışma yaratmıştır (59,60). Ancak bu iddia bilimsel olarak doğrulanmamış ve ciddi kuşkuyla karşılanmıştır. Öte yandan, terapötik klonlama (kök hücre elde etme) uygulamaları kapsamında 2011 yılında bir insan embriyosu (blastosisti), insana ait somatik hücrelerin bir yumurtaya aktarılması sonucunda başarıyla elde edildiği bildirilmiştir (61). Yakın gelecekte buna benzer çalışmaların ilerletilmesi ve elde edilen blastosistlerin bir rahime yerleştirilerek insanları klonlama girişimleri söz konusu olabilir.

KLONLAMA UYGULAMALARI

Klonlama teknolojisi, soyu tükenme riski altındaki türlerin korunmasında kullanılabilir. Bunun için o türlerin yumurtaları, yetişkin somatik hücreleri ve embriyoları doldurularak saklanabilir. Böylece sayısı azalan türler klonlama ile artırılabilir (6,62).

Gen aktarımı ile önemli proteinleri ve benzeri maddeleri sentezleyebilir hale gelen transgenik canlıların klonlarını üreterek ilgili proteinin ticari amaçlarla büyük miktarlarda elde etmek mümkündür (63). Ayrıca genetik mühendisliği uygulamaları ile insan vücudunun immün rejeksiyonunu önleyecek genetik manipülasyonların yapıldığı transgenik hayvanların klonları elde edilebilir. Bu organ nakli gereken durumlar için oldukça önemlidir (64).

Klonlama bilimsel araştırmalar için uygun, genetik çeşitliliği problemini ortadan kaldıran ve genotipleri ve yaşları aynı klon organizmaların elde edilmesini sağlar. Dolayısıyla daha güvenilir ve kesin sonuçlar elde edilebilir (62).

Kanser gibi hala etkili bir tedavi yöntemi bulunamayan hastalıklara çare olabilecek kök hücreler, terapötik klonlama ile elde edilebilir. Yine kök hücrelerle çeşitli nedenlerden dolayı kaybedilen organ ve dokular değiştirilebilir. Bunun en önemli avantajı hastalara genetik açıdan tam uyumlu hücre kaynağının sağlanmasıdır (6).

İNSAN DIŞI ve İNSAN KLONLAMASI ÜZERİNDEKİ BİYOETİK TARTIŞMALAR

Klonlama ile ilgili etik tartışmalar, insan dışı klonlama ve insan klonlaması olmak üzere iki açıdan incelenebilir. İnsan dışı klonlama çalışmaları, insan klonlama çalışmaları kadar tartışılmasa da etik açıdan karmaşıktır. Bunun nedeni hem insan hem çevre üzerindeki etkilerinin tartışılıyor olmasıdır. Ayrıca klonlanmak istenen hayvanlar üzerinde yarattığı olumsuz sonuçlar da tartışma konusu olmaktadır. Bu olumsuz sonuçlar, klonlama prosedürleri gereği hayvanların yaşadığı acıyı ve klonlamanın hayvan popülasyonları üzerindeki zararlı etkilerini kapsamaktadır (12,65). Klonlama prosedürlerinin başarı oranı yaklaşık % 2'dir ve ölüm oranlarını düşürmeye yönelik çabalara rağmen, başarılı bir şekilde klonlanan hayvanlar genellikle genetik anormallikler, kısalmış telomerler ve enfeksiyonlara ve diğer hastalıklara karşı artan duyarlılık gibi çeşitli faktörler nedeniyle erken ölüm yaşamaktadırlar (65). Ancak tartışmaların bu yönü, klonlamayla ilgili olmasından çok, pratik kaygılar ile ilgilidir. Sonuç olarak ABD İnsani Yardım Derneği (HSUS) başta olmak üzere birçok kurum, klonlanan hayvanların ve onlardan gelen yavruların ürünleri yasaklamayı talep etmiştir. Fakat hayvan klonlama çalışmalarını destekleyenler, klonlama verimlilik oranlarının sürekli arttığını ve ayrıca klonlama çalışmalarında kullanılan hayvan sayısı (tarım, gıda ve spor gibi) diğer alanlarda kullanılan/tüketilen hayvan sayısından daha az olduğunu belirterek savunmuştur (65). Klonların olumsuz çevresel etkileri ile ilgili endişeler, koruma amaçlı (nesli tükenen/tükenmekte olan hayvanları) klonlama ve çiftlik hayvanları klonlama ile ilgilidir (65). Klon hayvanların çevre ile etkileşimi, beklenmeyen etkiler ile sonuçlanabilir. Hem tarımsal hem koruma amaçlı klonlama sonucunda elde edilen klon hayvanların klon olmayan hayvanlarla bir araya gelmesi, öngörülemeyen genlerin ortaya çıkmasına ve çevre üzerinde ciddi etkiler oluşmasına neden olabilir. Süt ve et gibi klon hayvanların ürünleri güvenli olup olmadığı ile ilgili de herhangi bir kanıt yoktur. Dolayısıyla bu ürünlerin piyasaya sürülebilmesi için gıda olarak tüketiminin güvenliliğini hükümet tarafından onaylanması gerekmektedir (65). Fakat onay almak da yeterli olmayabilir. Bunun nedeni çoğu tüketicinin genetiği değiştirilmiş gıdalara karşı şüphe duyuyor olmasıdır. Etik açıdan buradaki asıl konu, ürünlerin güvenliliğinden ziyade klon hayvanların üretimidir. Ayrıca çiftlik hayvanların klonlanması dışında evcil hayvanların da klonlanması ve bu klonlama ile ölmüş evcil hayvanların diriltilebileceği gibi gerçek olmayan vaatlerde bulunulmasının yanı sıra bunun için yüksek meblağların istenmesi etik kaygılara yol açmaktadır (65). Sonuçta evcil hayvanların klonlanması, her gün kurtarılacak binlerce hayvanın ölümüne terk edilmesi anlamında da gelmektedir (12).

Klonlanmış hayvanların popüler hale gelmesiyle "insan klonlanabilir mi" sorusu ortaya çıkmış ve beraberinde etik tartışmaları gündeme getirmiştir. Günümüzdeki teknolojiler göz önünde bulundurulduğunda bu sorunun kesin cevabı, hayırdır. Bugüne kadar, tüm klonlanmış organizmalar sadece genetik açıdan klonlanmış olup fenotipleri farklılık göstermiştir. Dahası, insan genotipinin klonlanması da birçok teknik engeli bulunmaktadır. Bu engeller aşılabilir, üretilen klonlar farklı kişilik, karakter, anatomi ve fizyolojiye sahip olacaktır (20). Bilim insanlarının çoğu insan üreme klonlamasının yapılmaması gerektiğini ifade etse de bazı bilim insanları bu konuyla ilgili daha fazla araştırmaların yapılmasına izin verilmesi gerektiğini savunmaktadır. Bu görüşü savunanlar, insan klonlamasıyla ilgili etik kaygıları gidermek için sıkça özdeş ikizler analogisini kullanmaktadır. İkizler doğal olarak meydana geldiğinden in vivo olarak benzer bir şekilde ikizler yaratmanın sorun olmayacağı görüşündedirler. Fakat bu benzetmeyi kabul etmeyenler de vardır (12). Sonuçta klonlar özdeş ikizlerin aksine aynı rahmi paylaşmazlar. İnsanın üreme amacıyla klonlanması, belirli özelliklerdeki (tasarlanmış) çocukların doğrulmasına neden olacağı ile ilgili kaygılar da vardır. Fakat bu kaygılar klonlama ile ilgili olmasından ziyade genetik mühendisliği ve genomun manipülasyonu ile ilgilidir (66). Bu konuyla ilgili tartışmaların artmasıyla Birleşmiş Milletler 2005 yılında İnsan Klonlama Bildirgesi (UN Declaration on Human Cloning) ile insanın klonlanmasına yasal olarak yasak getirilmiştir (67). İnsan üreme amaçlı klonlama çalışmaları yakın gelecekte mümkün olmasa da tedavi amaçlı klonlama çalışmaları devam etmektedir (20).

Kök hücre elde etmeye yönelik olarak yapılan tedavi amaçlı (terapötik) klonlamanın da yapılıp yapılmaması veya ne zaman yapılması gerektiği ile ilgili tartışmalar devam etmektedir. Günümüzde halihazırda embriyonik

kök hücre izolasyonu için blastosist aşamasındaki embriyolar yok edilmektedir. Ancak terapötik klonlamada, sadece kök hücre izolasyonu için embriyoların yok edilmesi değil aynı zamanda sadece o amaçla embriyoların oluşturuluyor olması, farklı görüşlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Patrick Lee ve Robert Peter George gibi bazı araştırmacılar, erken embriyonun bir insan olduğunu dolayısıyla da yetişkin bir insanla aynı temel ahlaki haklara sahip olduğunu savunmaktadır (68). Bu görüş, kök hücre kaynağı sağlamak amacıyla embriyoları üretip öldürmenin ciddi bir ahlaki yanlış ve etiğe aykırı olduğunu savunmaktadır (19). Diğer görüş, önceki görüşü reddedip erken embriyonun yalnızca bir hücre kümesi ve insan dokusu olduğunu dolayısıyla da ahlaki statüden yoksun olduğunu savunmaktadır. Albert Schweitzer gibi faydacı ahlak anlayışına sahip kişiler, bu teknolojinin birçok hastalığın tedavisi için umut verici olduğundan daha çok araştırılması gerektiğini ve bunun etik açıdan zorunlu olduğu savunmaktadır (69,70). Sonuç olarak, Christopher A. Pynes'in de işaret ettiği gibi bitki veya bakteri klonlamasıyla ilgili bir sorun bulunmuyor gibi görünmekte, ancak söz konusu insana ait biyolojik dokuları kullanarak kök hücreler elde edilmesi üzerinde yapılan araştırmalar olduğunda bazı etik tartışmalar ortaya çıkmaktadır (12). Bu konuyla ilgili değerlendirmenin yapılabilmesi için öncelikle embriyonun (veya blastosistin) ahlaki statüsünün belirlenmesi önem arz etmektedir. Michael J. Sandel, blastosistin insan ile ahlaki olarak eşdeğer kabul edilmesi durumunda, embriyonik kök hücre araştırmalarının tamamen yasaklanması gerektiğini savunmaktadır (66). Ayrıca, blastosist kullanımının bir cinayet türü olarak ele alınması gerektiğini ve bu tür faaliyetlere karşı ABD yasalarının öngördüğü bir milyon dolar para cezası ile on yıla kadar hapis cezasının yetersiz olduğunu, bunun yerine müebbet hapis veya ölüm cezası çarptırılması gerektiğini öne sürmüştür (66). Blastosisti insanla eşdeğer olarak kabul gören bazı araştırmacılar, araştırma yapmak amacıyla sadece kliniklerin arda kalan embriyoların atılması yerine kullanılmasına izin verilebileceği görüşünü desteklemektedirler (66). Bu, “tüp bebek uygulamalarında neden embriyoların üretilmesi ve kurban edilmesi etik açıdan kabul edilirken kök hücre araştırmaları için kabul edilmez” sorusunu akla getirmektedir. Sonuçta her iki uygulama da birer amaca hizmet etmektedir (66). Daha az kabul gören bir diğer görüş, somatik bir çekirdek ile çekirdeksiz yumurtanın kombinasyonu sonucunda elde edilen “Transnükleer Yumurta”, normal embriyoların aynı ahlaki statüsüne sahip olmadığı ve insana dönüşme potansiyeli olmayan bir artefakt olduğu temeline dayanır. Bu düşüncüyü savunanlara göre, somatik hücrelerden elde edilen embriyolar (klonotlar), insan üretecek kadar doku kültürü ortamında fazla gelişemezler. Bu yüzden de “embriyo” ve “zigot” gibi terimlerin yanıltıcı olduğunu belirterek yerine “klonot (clonote)” ve “ovazom (ovasome)” gibi terimlerin kullanılmasını önermektedirler (19).

Reprodüktif klonlama veya terapötik klonlama olsun her iki teknoloji için yüksek kalitede oosit gerekmektedir. Oosit bağışının çeşitli riskleri ve yan etkilerinin olması nedeniyle oositlerin elde edilmesi konusu da etik sorunlar içermektedir. Tüp bebek için oosit veren kadınların aksine tıbbi olmayan oosit bağışçıları klinik hastası değildir. Ayrıca, bu kadınlar psikolojik bir fayda sağlayacakları iddia edilse de tıbbi bir fayda sağlamayacaklardır. Bunun için mali teşviklerin verilmesi önerilmiştir. Bu sayede oosit bağışları da arttırılabilir. ABD başta olmak üzere birçok ülkede oosit satışı yasaldır. Bu uygulamalara karşı çıkanlar, oositlerin ticarileştirilmesi nedeniyle kadınları araçsal kullanımından endişelenmektedirler (19,66). Oositlerin toplanmasına alternatifler araştıran bilim insanları kök hücrelerden oosit elde etmeyi başarmışlardır. Fakat bu uygulamaların yaygınlaştırılabilmesi ve tıbbi olmayan amaçlarla oosit bağışlarının önüne geçilmesi için daha çok araştırmanın yapılması gerekmektedir, ki bu araştırmalarda etik açıdan tartışılmaktadır (19). Bunun yanında; klonlama yoluyla gebe kalacak kadınların zarar görmesi, klonun kimliği ve klonlanan kişinin bireyselliği, klonlarına ait genomun seçilebilmesi ve öjenik (belirli kalıtsal özelliklere sahip) klonların elde edilmesi gibi etik açıdan göze çarpan konuların da tartışmaları devam etmektedir (19).

SONUÇ

Klonlama olarak adlandırılan ve bu makalede üzerinde durulan yetişkin bir canlıya ait somatik hücrelerin kullanılması ile o canlıya genetik açıdan benzer bireylerin oluşturulması işlemine izin verilip verilmemesi gerektiği konusunda güçlü bir anlaşmazlık bulunmaktadır. Bu anlaşmazlık hem hayvanların hem insanın ister üreme amacıyla ister terapötik amaçla klonlanması ile ilgilidir. Klonlamanın hayvanların korunması, popülasyon ıslahı, kök hücre ile birçok hastalığın tedavisi ve immün sistem tarafından reddedilmeyen doku ve organların üretilmesi gibi amaçlara hizmet edebilecek olsa da halen bu tekniğin düşük başarı oranına sahip olması, klonlamanın taşıyıcı anne ve klon için hem doğum öncesi hem doğum sonrası risklerinin olması, doğan klonların sağlık sorunları yanında kimlik karmaşıklığı sorununun olması, organ bağıışı için o amaçla klonların oluşturulması ve öldürülmesi, insan ve hayvanların nesneleştirilmesi ve ticari bir ürün haline gelebilmesi gibi olumsuz yönleri de vardır. Dolayısıyla klonlama hem bilimsel hem de etik sonuçları olan karmaşık ve tartışmalı bir konudur. Bu bağlamda asıl soru, IVF (İn Vitro Fertilizasyon) tekniğinin ilk çıktığı zamanlarda etik tartışmalara neden olduğu halde zamanla kabul gördüğü ve yaygınlaştığı gibi klonlama da kabul görüp rutin hale gelecek midir? Acaba bir gün klonlamaya IVF benzeri, sıradan bir üreme tekniği gözüyle bakılacak mıdır? Biyoetikçiler bir kenara çekilip araştırmacıların klonlama ayrıntılarını çözmesi için izin mi vermelidir? Nihayetinde, klonlamaya izin verilip verilmeyeceğine ilişkin karar, potansiyel faydalar ile uygulamayla ilgili riskler ve etik kaygılar arasındaki dengeye bağlıdır.

KAYNAKLAR

1. Diamandopoulos AA, Goudas PC. Cloning's not a new idea: The Greeks had a word for it centuries ago. Nature [Internet]. 2000 Dec 21 [cited 2023 Sep 13];408(6815):905. Available from: <https://www.nature.com/articles/35050264>
2. Steensma DP. The origin and evolution of the term "clone." Leuk Res. 2017 Jun 1;57:97–101.
3. Webber HJ. New horticultural and agricultural terms [Internet]. Vol. 18, Science. Science; 1903 [cited 2023 Sep 13]. p. 501–3. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17774341/>
4. Poland SC, Bishop LJ. Bioethics and cloning. Kennedy Inst Ethics J. 2002;12(3):305–24.
5. Shull GH. "Genotypes," "biotypes," "pure lines" and "clones." Science (1979) [Internet]. 1912 [cited 2023 Sep 13];35(888):27–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17752896/>
6. Nabavizadeh SL, Mehrabani D, Vahedi Z, Manafi F. Cloning: A Review on Bioethics, Legal, Jurisprudence and Regenerative Issues in Iran. World J Plast Surg [Internet]. 2016 Sep [cited 2023 Sep 13];5(3):213–25. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27853684>
7. Avasthi A, Ghosh A, Sarkar S, Grover S. Ethics in medical research: General principles with special reference to psychiatry research. Indian J Psychiatry [Internet]. 2013 [cited 2021 May 30];55(1):86–91. Available from: </pmc/articles/PMC3574464/>
8. William J.Thieman, Michael A.Palodino. Biyoteknolojiye Giriş. Mücella Tekeoğlu, editor. Palme Yayıncılık; 2013. 323–324, 133 p.
9. Yılmaz A. Felsefenin Sunduğu Bir İmkan Olarak Uygulamalı Etik. Muhafazakar Düşünce Dergisi [Internet]. 2009 Mar 15 [cited 2023 Sep 13];5(19–20):67–78. Available from: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/muhafazakar/issue/55642/762097>
10. Muzur A, Rinčić I, Jahr F. Fritz Jahr-the Father of European Bioethics. Synth Philos [Internet]. 2011 [cited 2023 Sep 13];133–9. Available from: www.newadvent.org/cathen/12080c.htm.
11. Internet Encyclopedia of Philosophy [Internet]. [cited 2023 Sep 13]. Bioethics. Available from: <https://iep.utm.edu/bioethics/>
12. Pynes CA. Bioethics of Cloning. In: Encyclopedia of Life Sciences. John Wiley & Sons, Ltd; 2010.
13. Molnar C, Gair J. Reproduction Methods. In: CONCEPTS OF BIOLOGY. 1st ed. BCcampus; 2019.
14. Altıntaş L, Enver H, Tutun H. Recombinant DNA Technology and Use in Veterinary Drug Development. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi [Internet]. 2017 [cited 2022 Feb 1];193–204. Available from: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/391014>
15. Bertero A, Brown S, Vallier L. Methods of Cloning. In: Basic Science Methods for Clinical Researchers. Elsevier Inc.; 2017. p. 19–39.
16. Yerdelen E. Klonlamanın (Kopyalama) Ceza Hukukundaki Yeri. Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi [Internet]. 2014 [cited 2023 Sep 13];643–85. Available from: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/622710>

17. Council NR. Scientific and Medical Aspects of Human Reproductive Cloning. Scientific and Medical Aspects of Human Reproductive Cloning. National Academies Press; 2002. 25 p.
18. Bailey R. Cloning Techniques [Internet]. 2021 [cited 2023 Sep 13]. Available from: <https://www.thoughtco.com/cloning-techniques-373338>
19. Devolder K. The Stanford Encyclopedia of Philosophy. 2017 [cited 2023 Sep 13]. Cloning. Available from: <https://plato.stanford.edu/entries/cloning/>
20. Ayala FJ. Cloning humans? Biological, ethical, and social considerations. Proc Natl Acad Sci U S A [Internet]. 2015 Jul 21 [cited 2023 Sep 13];112(29):8879–86. Available from: www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1501798112
21. Klonlama ve Biyoetik [Internet]. Ankara; 2005 [cited 2022 Aug 7]. Available from: <https://www.yumpu.com/tr/document/read/39681391/klonlama-ve-biyoetik-i-unesco-turkiye-milli-komisyonu>
22. Kfoury C. Therapeutic cloning: Promises and issues. McGill Journal of Medicine [Internet]. 2007 [cited 2023 Sep 13];10(2):112–20. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2323472/>
23. Fischbach GD, Fischbach RL. Stem cells: science, policy, and ethics. J Clin Invest [Internet]. 2004 Nov 15 [cited 2022 Jan 1];114(10):1364–70. Available from: <http://www.jci.orgVolume114Number10>
24. Briggs R, King TJ. Transplantation of living nuclei from blastula cells into enucleated frogs' eggs. Proceedings of the National Academy of Sciences [Internet]. 1952 May 1 [cited 2023 Sep 13];38(5):455–63. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1063586/>
25. Steward FC, Mapes MO, Mears K. Growth and Organized Development of Cultured Cells. II. Organization in Cultures Grown from Freely Suspended Cells. Am J Bot. 1958 Dec;45(10):705.
26. Gurdon JB. The developmental capacity of nuclei taken from intestinal epithelium cells of feeding tadpoles. J Embryol Exp Morphol. 1962 Dec 1;10(4):622–40.
27. Liao L, Li L, Zhao RC. Stem cell research in China. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. 2007 Jun 29;362(1482):1107–12.
28. Jackson DA, Symons RH, Berg P. Biochemical method for inserting new genetic information into DNA of Simian Virus 40: circular SV40 DNA molecules containing lambda phage genes and the galactose operon of Escherichia coli. Proc Natl Acad Sci U S A [Internet]. 1972 [cited 2021 Jun 15];69(10):2904–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4342968/>
29. Willadsen SM, Polge C. Attempts to produce monozygotic quadruplets in cattle by blastomere separation. Vet Rec [Internet]. 1981 Mar 1 [cited 2021 Jun 15];108(10):211–3. Available from: <https://europepmc.org/article/med/6939169>
30. Willadsen SM. Nuclear transplantation in sheep embryos. Nature [Internet]. 1986 [cited 2021 Jun 15];320(6057):63–5. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3951549/>
31. Prather RS, Barnes FL, Sims MM, Robl JM, Eyestone WH, First NL. Nuclear transplantation in the bovine embryo: assessment of donor nuclei and recipient oocyte. Biol Reprod [Internet]. 1987 [cited 2021 Jun 15];37(4):859–66. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3689854/>
32. Campbell KHS, McWhir J, Ritchie WA, Wilmut I. Sheep cloned by nuclear transfer from a cultured cell line. Nature [Internet]. 1996 Mar 7 [cited 2021 Jun 15];380(6569):64–6. Available from: <https://www.nature.com/articles/380064a0>
33. Wilmut I, Schnieke AE, McWhir J, Kind AJ, Campbell KHS. Viable offspring derived from fetal and adult mammalian cells. Nature [Internet]. 1997 Feb 27 [cited 2021 Jun 15];385(6619):810–3. Available from: <https://www.nature.com/articles/385810a0>
34. Schnieke AE, Kind AJ, Ritchie WA, Mycock K, Scott AR, Ritchie M, et al. Human factor IX transgenic sheep produced by transfer of nuclei from transfected fetal fibroblasts. Science (1979) [Internet]. 1997 Dec 19 [cited 2021 Jun 15];278(5346):2130–3. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9405350/>
35. Wakayama T, Perry ACF, Zuccotti M, Johnson KR, Yanagimachi R. Full-term development of mice from enucleated oocytes injected with cumulus cell nuclei. Nature [Internet]. 1998 Jul 23 [cited 2021 Jun 15];394(6691):369–74. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9690471/>
36. Kato Y, Tani T, Sotomaru Y, Kurokawa K, Kato JY, Doguchi H, et al. Eight calves cloned from somatic cells of a single adult. Science (1979) [Internet]. 1998 Dec 11 [cited 2021 Jun 15];282(5396):2095–8. Available from: <http://science.sciencemag.org/>
37. Baguisi A, Behboodi E, Melican DT, Pollock JS, Destrempes MM, Cammuso C, et al. Production of goats by somatic cell nuclear transfer. Nat Biotechnol [Internet]. 1999 May [cited 2021 Jun 15];17(5):456–61. Available from: https://www.nature.com/articles/nbt0599_456
38. Fletcher AL. Bring 'Em back alive: Taming the Tasmanian tiger cloning project. Technol Soc. 2008 Apr 1;30(2):194–201.
39. Polejaeva IA, Chen SH, Vaught TD, Page RL, Mullins J, Ball S, et al. Cloned pigs produced by nuclear transfer from adult somatic cells. Nature [Internet]. 2000 Sep [cited 2021 Jun 15];407(6800):86–90. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10993078/>

40. Wells W. Xena: small cloned piglet. *Genome Biol* [Internet]. 2000 Aug 18 [cited 2021 Jun 15];1(1):spotlight-20000818-02. Available from: <http://www.sciencemag.org/>
41. Heatherington T. Cloning the wild mouflon. *Anthropol Today* [Internet]. 2008 Feb 1 [cited 2021 Jun 15];24(1):9–14. Available from: <http://150.146.205.11/istituti/>
42. Lanza RP, Cibelli JB, Diaz F, Moraes CT, Farin PW, Farin CE, et al. Cloning of an endangered species (*Bos gaurus*) using interspecies nuclear transfer. *Cloning* [Internet]. 2000 [cited 2021 Jun 15];2(2):79–90. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16218862/>
43. Shin T, Kraemer D, Pryor J, Liu L, Rugila J, Howe L, et al. A cat cloned by nuclear transplantation. *Nature* [Internet]. 2002 Feb 21 [cited 2021 Jun 15];415(6874):859. Available from: <https://www.nature.com/articles/nature723>
44. Chesné P, Adenot PG, Viglietta C, Baratte M, Boulanger L, Renard JP. Cloned rabbits produced by nuclear transfer from adult somatic cells. *Nat Biotechnol* [Internet]. 2002 [cited 2021 Jun 15];20(4):366–9. Available from: <https://www.nature.com/articles/nbt0402-366>
45. Helen Popper. Reuters. 2007 [cited 2021 Jun 15]. Argentine cow clones to produce insulin in milk. Available from: <https://www.reuters.com/article/us-biotech-argentina-diabetes-idUSN1744610320070418>
46. Holden C. Science. 2003 [cited 2023 Sep 13]. Banteng Cloned. Available from: <https://www.sciencemag.org/news/2003/04/banteng-cloned>
47. Pearson H. Mule cloned. *Nature*. 2003 May 30;
48. Pilcher HelenR. First cloned horse born. *Nature*. 2003 Aug 7;
49. Texas A&M University Veterinary Medicine & Biomedical Science [Internet]. 2003 [cited 2023 Sep 13]. CVM Researchers First to Clone White-tailed Deer. Available from: <https://vetmed.tamu.edu/news/press-releases/cvm-researchers-first-to-clone-white-tailed-deer/>
50. Gómez MC, Pope CE, Giraldo A, Lyons LA, Harris RF, King AL, et al. Birth of African Wildcat cloned kittens born from domestic cats. *Cloning Stem Cells* [Internet]. 2004 [cited 2021 Jun 15];6(3):247–58. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15671671/>
51. CABI [Internet]. 2005 [cited 2023 Sep 13]. First Commercial Cloned Cat Presented To Owner. Available from: <https://www.cabi.org/agbiotechnet/news/4530>
52. Kim MJ, Oh HJ, Kim GA, Setyawan EMN, Choi Y Bin, Lee SH, et al. Birth of clones of the world's first cloned dog. *Sci Rep* [Internet]. 2017 Dec 1 [cited 2021 Jun 15];7(1):1–4. Available from: www.nature.com/scientificreports/
53. Li Z, Sun X, Chen J, Liu X, Wisely SM, Zhou Q, et al. Cloned ferrets produced by somatic cell nuclear transfer. *Dev Biol* [Internet]. 2006 May 15 [cited 2021 Jun 15];293(2):439–48. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16584722/>
54. Cyranoski D. First monkeys cloned with technique that made Dolly the sheep. *Nature* [Internet]. 2018 Jan 24 [cited 2021 Jun 15];553(7689):387–8. Available from: <https://www.nature.com/articles/d41586-018-01027-z>
55. Min KK, Jang G, Hyun JO, Yuda F, Hye JK, Woo SH, et al. Endangered wolves cloned from adult somatic cells. *Cloning Stem Cells* [Internet]. 2007 [cited 2021 Jun 15];9(1):130–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17386020/>
56. Wani NA, Wernery U, Hassan FA, Wernery R, Skidmore JA. Production of the first cloned camel by somatic cell nuclear transfer. *Biol Reprod* [Internet]. 2010 Feb 1 [cited 2021 Jun 15];82(2):373–9. Available from: <http://www.biolreprod.org>
57. BBC News [Internet]. 2010 [cited 2023 Sep 13]. Spain clones first fighting bull. Available from: <https://www.bbc.com/news/10127891>
58. The World [Internet]. 2011 [cited 2023 Sep 13]. Cloned cow to produce “human milk.” Available from: <https://www.pri.org/stories/2011-06-10/argentina-cloned-cow-produce-human-milk>
59. Neresini F. Eve's sons. <https://doi.org/10.1080/14636770701466923> [Internet]. 2007 Aug [cited 2023 Sep 13];26(2):221–33. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14636770701466923>
60. Nicholson W, Ii P. Am I My Son? *Science and Technology Law Review* [Internet]. 2009 Nov 3 [cited 2023 Sep 13];11. Available from: <https://journals.library.columbia.edu/index.php/stlr/article/view/3847>
61. Noggle S, Fung HL, Gore A, Martinez H, Satriani KC, Prosser R, et al. Human oocytes reprogram somatic cells to a pluripotent state. *Nature* [Internet]. 2011 Oct 6 [cited 2021 Jun 15];478(7367):70–5. Available from: <https://www.nature.com/articles/nature10397>
62. Bağcı H. Klonlama Teknikleri. *J Exp Clin Med* [Internet]. 1997 Dec 23 [cited 2023 Sep 13];14(1):1–15. Available from: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/189529>
63. Ayana E, Fentahun G, Negash A, Mitku F, Zemene M, Zeru F. Review on Applications of Genetic Engineering And Cloning in Farm animals. *Dairy and Vet Sci J* [Internet]. 2017 [cited 2022 Feb 4];4(1). Available from: <https://juniperpublishers.com/jdvs/pdf/JDVS.MS.ID.555629.pdf>

64. Forsberg EJ. Commercial applications of nuclear transfer cloning: Three examples. *Reprod Fertil Dev* [Internet]. 2005 [cited 2021 Jun 15];17(1-2):59-68. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15745632/>
65. Fiester A. Ethical issues in animal cloning. *Perspect Biol Med* [Internet]. 2005 [cited 2023 Sep 13];48(3):328-43. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16085991/>
66. Sandel MJ. The Ethical Implications of Human Cloning. *journal Jahrbuch für Wissenschaft und Ethik*. 2003;8(2):241-88.
67. Langlois A. The global governance of human cloning: the case of UNESCO. *Palgrave Communications* 2017 3:1 [Internet]. 2017 Mar 21 [cited 2023 Sep 13];3(1):1-8. Available from: <https://www.nature.com/articles/palcomms201719>
68. Lee P, George RP. The Wrong of Abortion. In: *Contemporary Debates in Applied Ethics*. Blackwell Publishing; 2005. p. 13-26.
69. Tannert C. Thou shalt not clone. *EMBO Rep* [Internet]. 2006 [cited 2023 Sep 17];7(3):238. Available from: <https://pmc/articles/PMC1456885/>
70. Coors ME. Therapeutic Cloning: From Consequences to Contradiction. *The Journal of Medicine and Philosophy: A Forum for Bioethics and Philosophy of Medicine* [Internet]. 2002 Jan 1 [cited 2023 Sep 17];27(3):297-317. Available from: <https://dx.doi.org/10.1076/jmep.27.3.297.2985>