

Genetik ve Biyoteknoloji

Editör: Doç. Dr. Arzu ÖNEL

4. Baskı





Editör: Doç. Dr. Arzu ÖNEL

GENETİK VE BİYOTEKNOLOJİ

ISBN 978-605-241-988-5

Kitap içeriğinin tüm sorumluluğu yazarlarına aittir.

© 2022, PEGEM AKADEMİ

Bu kitabın basım, yayım ve satış hakları Pegem Akademi Yay. Eğt. Dan. Hizm. Tic. AŞ'ye aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri, kapak tasarımı; mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kayıt ya da başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz ve dağıtılamaz. Bu kitap, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı bandrolü ile satılmaktadır. Okuyucularımızın bandrolü olmayan kitaplar hakkında yayınevimize bilgi vermesini ve bandrolsüz yayınları satın almamasını diliyoruz.

Pegem Akademi Yayıncılık, 1998 yılından bugüne uluslararası düzeyde düzenli faaliyet yürüten **uluslararası akademik bir yayınevi**dir. Yayımladığı kitaplar; Yükseköğretim Kurulunca tanınan yükseköğretim kurumlarının kataloglarında yer almaktadır. Dünyadaki en büyük çevrimiçi kamu erişim kataloğu olan **WorldCat** ve ayrıca Türkiye'de kurulan **Turcademy.com** tarafından yayınları taranmaktadır, indekslenmektedir. Aynı alanda farklı yazarlara ait 1000'in üzerinde yayını bulunmaktadır. Pegem Akademi Yayınları ile ilgili detaylı bilgilere <http://pegem.net> adresinden ulaşılabilmektedir.

1. Baskı: Ekim 2019, Ankara

4. Baskı: Mart 2022, Ankara

Yayın-Proje: Nisanur Uzunlu
Dizgi-Grafik Tasarım: Tuğba Kaplan
Kapak Tasarımı: Pegem Akademi

Baskı: Vadi Grafik Tasarım ve Reklamcılık Ltd. Şti.
İvedik Org. San. 1420. Cad. No: 58/1
Yenimahalle/ANKARA • Tel: 0 312 395 85 71

Yayıncı Sertifika No: 51818

Matbaa Sertifika No: 47479

İletişim

Macun Mah. 204. Cad. No: 141/A-33 Yenimahalle/ANKARA

Yayınevi: 0312 430 67 50

Dağıtım: 0312 434 54 24

Hazırlık Kursları: 0312 419 05 60

İnternet: www.pegem.net

E-ileti: pegem@pegem.net

WhatsApp Hattı: 0538 594 92 40

ÖN SÖZ

Kalıtsallık, insanların tarih boyunca dikkatini çekmiş, yaklaşık 2500 yıl önce Pisagor, Empedocles ve Aristo tarafından üzerinde durulmuş ama anlaşılammış bir konudur. Sonraki çağlarda da birçok bilim insanının ilgi odağında olmuş bu konu 1840-1850'li yıllarda bir manastırın bahçesinde Gregor Johann Mendel isimli bir keşişin uğraşlarıyla bilimsel olarak çözümlenmiştir. Bugün Çek Cumhuriyeti sınırları içerisinde yer alan o manastırın yemekhane penceresinin altındaki 7*35 metre ölçülerinde olan küçük bir bahçede yapılan o uğraşlar sonraki yıllarda Genetik biliminin doğmasına öncülük etmiştir.

Mendel'in çalışmalarından elde ettiği bulgular yaşadığı yıllarda değer görmemiş olsa da bugün evrensel olarak kabul gören bilimsel yasalara dönüşmüşlerdir. Özellikle genetik mühendisliği ve modern biyoteknoloji alanındaki çalışmalarla her geçen gün adeta yeni çıktılar açılmaktadır. Ve dünyanın sırları ancak Mendel gibi düşünen ve bilim yapan insanlar sayesinde açığa çıkmaktadır.

Bu kitap, Genetik ve Biyoteknoloji konularının özellikle öğretmen ve öğretmen adayları tarafından anlaşılabilmesi amacıyla tasarlanmış ve kendine has örüntüsü ile de öykü tadında sunulmuştur. Kullanılan dil ve aktüel dokusuyla da ilgi duyan herkese faydalı olması umulur.

Doç. Dr. Arzu ÖNEL
ORCID No: 0000-0003-4205-393

BÖLÜMLER VE YAZARLARI

Editör: Doç. Dr. Arzu ÖNEL

1. BÖLÜM: GENETİK BİLİMİNE GİRİŞ

Doç. Dr. Arzu ÖNEL, Kafkas Üniversitesi

ORCID No: 0000-0003-4205-3939

2. BÖLÜM: MENDELİZM (MENDELİAN KALITIM)

Doç. Dr. Arzu ÖNEL, Kafkas Üniversitesi

ORCID No: 0000-0003-4205-3939

3. BÖLÜM: NON-MENDELİZM(MENDEL GENETİĞİNDEN SAPMALAR)

Doç. Dr. Arzu ÖNEL, Kafkas Üniversitesi

ORCID No: 0000-0003-4205-3939

4. BÖLÜM: POPULASYON GENETİĞİ

Doç. Dr. Sibel GÜRBÜZOĞLU YALMANCI, Kafkas Üniversitesi

ORCID No: 0000-0002-6107-3284

5. BÖLÜM: GENETİK VARYASYONLAR: MUTASYONLAR

Doç. Dr. Solmaz AYDIN BEYTUR, Kafkas Üniversitesi

ORCID No: 0000-0003-0153-9545

6. BÖLÜM: GENETİK MÜHENDİSLİĞİ VE UYGULAMA ALANLARI

Dr. Serpil KALAYCI, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi

ORCID No: 0000-0001-9613-3390

7. BÖLÜM: MOLEKÜLER GENETİK VE REKOMBİNANT DNA TEKNOLOJİSİ

Dr. Serpil KALAYCI, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi

ORCID No: 0000-0001-9613-3390

8. BÖLÜM: BİYOTEKNOLOJİ VE UYGULAMA ALANLARI

Doç. Dr. Zeynep YÜCE, Kafkas Üniversitesi

ORCID No: 0000-0001-5417-2471

9. BÖLÜM: BİYOETİK

Doç. Dr. Zeynep YÜCE, Kafkas Üniversitesi

ORCID No: 0000-0001-5417-2471

10. BÖLÜM: EPİGENETİK

Doç. Dr. İlhami GÖK, Kafkas Üniversitesi

ORCID No: 0000-0002-0581-9766

11. BÖLÜM: GENETİK DANIŞMANLIK

Doç. Dr. İlhami GÖK, Kafkas Üniversitesi

ORCID No: 0000-0002-0581-9766

12. BÖLÜM: GENETİK VE BİYOTEKNOLOJİ ÖĞRETİMİ

Doç. Dr. Sibel GÜRBÜZOĞLU YALMANCI, Kafkas Üniversitesi

ORCID No: 0000-0002-6107-3284

Doç. Dr. Solmaz AYDIN BEYTUR, Kafkas Üniversitesi

ORCID No: 0000-0003-0153-9545

İÇİNDEKİLER

Ön Söz.....	iii
Bölümler ve Yazarları.....	v

1. BÖLÜM GENETİK BİLİMİNE GİRİŞ

Genetik ile İlgili Bazı Terimler	1
Biyolojide Kullanılan Ölçü Birimleri ve Dönüşümleri.....	4
Kalıtsal Organizasyon	5
Genetik Problemlerde Kullanılan Bazı Semboller	6
Konu ile İlgili Bazı Bilimsel Hipotez, Teori ve Yasalar	6
Genetiğin Tarihçesi	9
Modern Genetik Bilimi	13
Çiçek Morfolojisi ve Anatomisi.....	14
Kaynaklar.....	15

2. BÖLÜM MENDELİZM (MENDELİAN KALITIM)

Mendel'in Hayatı	17
Mendel'in Kişisel Özellikleri.....	20
Mendel'in Çalışmaları.....	21
Mendel'in Başarı Sırları	22
Bazı Öğretmen, Arkadaş ve Öğrencilerinin Mendel Hakkındaki Görüşleri.....	24
Mendel'in Bezelye Bitkisini Seçme Nedenleri	25
Mendel'in Gözlem ve Bulguları	28
Mendel Yasaları-Kalıtım Prensipleri.....	30
Kalıtım Prensipleri	31
Örnek Uygulamalar	33
Gamet Çeşidinin Hesaplanması	34
Hibridizasyon (Melezleme) Çalışmaları.....	35
Monohibrit Çaprazlama	35
Dihibrit Çaprazlama	36
Trihibrit Çaprazlama.....	37
Genotipin Araştırılması	40
Kaynaklar.....	41

3. BÖLÜM

NON-MENDELİZM(MENDEL GENETİĞİNDEN SAPMALAR)

Ekivalentlik (Eksik Dominantlık=Yarı Baskınlık=Tam Olmayan Dominantlık)	44
Kodominantlık (Eş baskınlık= Intermediyer Kalıtım).....	45
Çok Alellik.....	46
Pleitropizm	46
Letal Genler.....	47
Epistasi	48
Eşeye Bağlı Kalıtım (Cinsiyete bağlı genler).....	48
İnsanlarda Kan Grubu Sistemleri.....	49
Sitoplazmik Kalıtım	51
Kaynaklar.....	54

4. BÖLÜM

POPULASYON GENETİĞİ

Hardy-Weinberg Teorisi.....	57
Populasyonlarda Alel Frekanslarını Değiştiren Faktörler ve Değişim Miktarlarının Hesaplanması	65
Genetik Sürüklenme	65
Gen Akışı.....	67
Mutasyon	68
Doğal Seleksiyon (Doğal Seçilim).....	69
Kaynaklar.....	73

5. BÖLÜM

GENETİK VARYASYONLAR: MUTASYONLAR

Gen (Nokta) Mutasyonları.....	75
Gen (Nokta) Mutasyonu Sonucu Ortaya Çıkan Bazı Hastalıklar	77
Orak Hücre Hastalığı (Orak Hücre Anemisi)	77
Frajil-X (Kırılgan-X) Sendromu	78
Kromozom Mutasyonları.....	78
Kromozom Sayısındaki Değişiklikler	78
Kromozom Yapısındaki Değişiklikler.....	80
Kromozom Mutasyonları Sonucunda Oluşan Bazı Hastalıklar	81
Mutasyon ve Kanser	84
Kaynaklar.....	85

6 . BÖLÜM

GENETİK MÜHENDİSLİĞİ VE UYGULAMA ALANLARI

Bakteri Transformasyonu ve Bakteriye Füzyon Proteini Üretimi.....	87
Aşılar ve Monoklonal Antikorlar (MAbs).....	89
Gen Nakli.....	90
Gen Terapisi	92
Bir Canlıyı Klonlayabilme	92
Genetik Danışma	93
Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar (Transgenik Canlılar, GDO)	94
Transgenik Hayvan Üretimi.....	94
Transgenik Bitki Üretimi.....	95
Biyoremediyasyon	99
Kaynaklar.....	101

7. BÖLÜM

MOLEKÜLER GENETİK VE REKOMBİNANT DNA TEKNOLOJİSİ

Rekombinant DNA Teknolojisi	103
Rekombinant DNA Teknolojisinde Kullanılan Başlıca Enzimler	103
Restriksiyon Enzimleri	104
DNA Ligaz Enzimi	106
Klonlama	107
Klonlamada Kullanılan Vektörler.....	107
Plazmidler	107
Kosmid Vektörler	109
Bakteri Yapay Kromozomu (BAC).....	110
Maya Yapay Kromozomu (YAC)	111
Memeli Yapay Kromozomu.....	112
İnsan Yapay Kromozomu	112
In-Vitro Klonlama.....	113
Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR, PCR).....	113
Revers Transkriptaz PZR (RT-PZR)	114
DNA Kitaplığı	114
Gen Kütüphanesi.....	114
cDNA Kütüphanesi	115
Restriksiyon Haritası.....	116

Dizi Analizi	116
Maxam-Gilbert Yöntemi	117
Sanger Dideoxy Yöntemi	117
Otomatik DNA Dizi Analizi	118
Moleküler Sistematikte Kullanılan Teknikler	118
Kaynaklar.....	120

8. BÖLÜM

BİYOTEKNOLOJİ VE UYGULAMA ALANLARI

Biyoteknoloji Nedir?	123
Genetik Mühendisliği ve Biyoteknolojinin Tarihsel Gelişimi.....	125
Biyoteknolojinin Uygulama Alanları.....	133
Klasik Biyoteknoloji Uygulamaları	133
Modern Biyoteknoloji Uygulamaları.....	133
Tıbbi ve Sağlık Hizmetleri	134
Biyoteknolojinin Bitkisel Üretimde ve Hayvancılıkta Kullanımı	136
Gıda Üretimi Biyoteknolojisi	138
Endüstriyel Biyoteknoloji.....	138
Çevresel Biyoteknoloji.....	138
Kaynaklar	140

9. BÖLÜM

BİYOETİK

Potansiyel Riskler ve Biyoetik Yaklaşımlar.....	141
Biyoteknoloji ve GDO'ların Potansiyel Riskleri	141
Biyoteknoloji ve GDO'ların Endişe Yaratan Geleceği	144
Etik Nedir?	144
Biyoetik Nedir?	145
Kaynaklar.....	148

10. BÖLÜM

EPİGENETİK

Epigenetik Kavramı.....	149
Ne yiyorsan O'sun!	150

Epigenetiğin Yanıtlamaya Çalıştığı Sorular	150
Epigenetik Nedir?	151
Hücrede Epigenetik Mekanizmalar.....	151
DNA Metillenmesi	151
Histon Modifikasyonları	152
Kromatinin Yeniden Modellenmesi.....	154
RNA Epigenetiği.....	154
Epigenetik ve Hastalıklar.....	156
Epigenetik ve Kanser.....	156
Epigenetik ve Zihinsel Hastalıklar	157
Epigenetik Hastalıkların Tedavisine Kurgusal Yaklaşım.....	157
Kaynaklar.....	158

11. BÖLÜM: GENETİK DANIŞMANLIK

İnsan Genom Yapısı	159
Genetik Danışma Neleri İçine Alır?.....	160
Genetik Danışma.....	160
Genetik Danışman Kimdir?.....	162
Kimler Genetik Danışma Alabilir?	162
Hastaya Özgü Genetik Danışmanlıkta Amaçlar Şöyle Sıralanabilir.....	163
Genetik Danışma İşleyiş Süreci ve Basamakları.....	163
Genetik Danışmada Uzmanın Dikkat Edeceği Hususlar	164
Genetik Testler.....	164
Sağlık Açısından Genetik Testlerin Önemi.....	164
Genetik Testler Amaçlarına Göre Aşağıdaki Şekilde Sınıflandırılması	166
Hastalık Bulguları Ortaya Çıkmadan Yapılan Testler	166
Hastalığa Yatkınlık Testi	166
Taşıyıcılık Testleri.....	166
Genetik Testlerde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar.....	166
Genetik Testler İçin Örnek Alımında Uyulacak Kurallar.....	166
Genetik Danışmanlık Sürecinde Uygulamada Beklentiler Ne Olmalıdır?	167
Bazı Genetik Hastalıklar ve Kalıtım Özellikleri	168
Tanıları Yapılabilen Bazı Otozomal Resesif Hastalıklar	168
Tanısı Yapılabilen Bazı Otozomal Dominant Hastalıklar	168
Otozomal Kromozomlarda Ayrılmama Sebebiyle Oluşan Hastalıklar	169

X Eşey Kromozomuna Bağlı Bazı Hastalıkları	169
Çok Genle Kalıtılan Hastalıklar.....	169
Genetik Danışmada Toplum Dinamiği	170
Kaynaklar.....	170

12. BÖLÜM GENETİK VE BİYOTEKNOLOJİ ÖĞRETİMİ

Genetik ve Biyoteknoloji Konusunda Yapılan Çalışmalar Ne Göstermektedir?	171
Genetik ve Biyoteknoloji Öğretimi Nasıl Olmalıdır	174
Öğretim Programlarında Genetik ve Biyoteknolojinin Yeri	177
İlkokul ve Ortaokul Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında Genetik ve Biyoteknoloji	177
Ortaöğretim Biyoloji Dersi Öğretim Programında Genetik ve Biyoteknoloji	181
Genetik ve Biyoteknoloji Öğretimi	183
Genetik ve Biyoteknoloji Konusunda Yapılabilecek Deney Örnekleri.....	183
Mitoz Bölünme ve Kromozomlar	183
Deneyin Yapılışı.....	184
Bitkilerden DNA izolasyonu	185
Deneyde Kullanılan Malzemeler	185
Deneyin yapılışı	185
Genetik ve Biyoteknoloji Konularına Yönelik Öğretim Etkinlikleri.....	186
Örnek Etkinlik: Klonlama Prosedürü.....	189
Genetik ve Biyoteknoloji Konusunda Öğretmen ve Öğrencilerin Yararlanabilecekleri İnternet Sitelerinden Örnekler	192
Kaynaklar.....	196

1. BÖLÜM

GENETİK BİLİMİNE GİRİŞ

Doç. Dr. Arzu ÖNEL - Kafkas Üniversitesi

ORCID No: 0000-0003-4205-3939

'Bilimsel bilgi dünyayı boş inançtan kurtaracaktır ve bilimsel bilginin gelişmesine katkıda bulunmak istiyorum.'

Gregor Johann Mendel

Genetik ile İlgili Bazı Terimler

- Allel Gen** : Biri anneden biri babadan gelen ve aynı karakter üzerine etki eden gen çifti.
- Azotlu baz** : Nükleotitlerin ve dolayısıyla kalıtsal materyalin yapısında bulunan organik maddelerdir. Adenin, timin, guanin, sitozin ve urasil olmak üzere çeşitleri vardır.
- Bioinformatik** : Bilgisayar ve bilişim teknolojilerinin tıp ve biyoloji alanında uygulanmasıdır. Bilgi üretmek için algoritmalar, bilgi bankaları, internet teknolojileri, yapay zeka, yapısal biyoloji, veri madenciliği, görüntü işleme, modelleme, simülasyon, sistem teorileri ve istatistiği kullanır.
- DNA** : Deoksiribonükleik asit. Bazı virüsler hariç bütün organizmalarda bulunan ve beslenme, solunum, üreme gibi tüm canlılık fonksiyonlarını yöneten nükleik asittir.
- DNA replikasyonu** : DNA'nın tamamen kendi benzeri olan yeni bir molekül oluşturması yani kendini eşlemesidir.
- Diploid** : Organizma ve/veya hücrenin $2n$ sayıda kromozom içermesi durumu.
- Dominant Gen** : Buldukları organizmada kendi özelliklerinin ortaya çıkmasına neden olan baskın genlerdir.
- Döllenme** : Erkek gamet olan haploid (n) sperm ile dişi gamet olan haploid (n) yumurtanın birleşerek diploid ($2n$) kromozomlu zigotu oluşturmasıdır. Döllenme aslında yumurtanın yolculuğudur. Erkek gametin genomunu alıp kendi genomu ile birleştirip yeni bir bireye dönüşme serüvenidir.
- Embriyo** : Anne karnındaki yavruya gebeliğin üçüncü ayının başına kadarki dönemde verilen isimdir. Embriyonik dönemdeki dölüt.

Embriyonik dönem	: Gebeliğin üçüncü ayının başına kadarki dönem. Gebeliğin 0-8 haftalar arasını ifade eder.
Fetüs	: Anne karnındaki yavruya gebeliğin üçüncü ayından doğuma kadar olan dönemde verilen isimdir. Fetal dönemdeki dölüt.
Fetal dönem	: Gebeliğin üçüncü ayından doğuma kadar olan dönem. Gebeliğin 9-38 haftalar arasını ifade eder.
Epigenetik	: DNA dizisinde herhangi bir değişiklik olmamasına rağmen kromatin düzeyindeki kalıtsal değişikliklerdir.
Fenotip	: Bir canlının dış görünüşüdür.
Gamet	: Olgunlaşmış eşey hücrelerine verilen isimdir.
Gametogenez	: Dişi ve erkek gametlerin oluşum sürecidir.
Gen	: DNA'nın yapısal en küçük parçası olup kalıtsal karakterlerin dölden döle geçmesini sağlayan birimdir.
Gen havuzu	: Bir toplumun sahip olduğu genetik bilgilerin ya da genlerin toplamıdır.
Gen lokusu	: Genlerin kromozom üzerinde bulunduğu yere verilen isimdir. Alel ise aynı lokusta bulunan genlerdir.
Genetik	: Canlılardaki kalıtsal karakterlerin nesilden nesile (dölden döle) nasıl geçtiğini, bunu sağlayan faktörün ne olduğunu inceleyen bilim dalıdır.
Genetik haritalama	: Genlerin kromozomlar üzerinde bulunduğu yerlerin haritalanmasıdır.
Genom	: Organizmanın kalıtsal bilgisinin tamamıdır.
Genotip	: Bir canlıda bulunan genlerin toplamıdır.
Gonozomal kromozom	: Eşeyssel yani cinsiyete dair özelliklerin ortaya çıkmasını sağlayan genleri içeren kromozomlardır. Dişi ve erkekleri birbirinden ayıran eşeyssel özellikleri belirler. Sağlıklı bir insanda 1 çift otozomal kromozom bulunur. Dişide XX, erkekte XY şeklinde bulunur.
Haploid	: n sayıda kromozom içerme durumu.
Heterozigot Gen	: Bir karakterin ortaya çıkmasından sorumlu alel gen çiftlerinin birbirinden farklı olması durumudur. Örneğin Uu, Aa, Yy gibi.
Hibridizasyon	: Melezleme. Aynı türe ait olmalarına rağmen genetik yapıları birbirinden farklı olan varyetelerin çaprazlanmasıdır.
Hibrit	: Hibridizasyon sonucu oluşan döl. Melez.
Homolog kromozom	: Biri babadan biri anneden gelen, benzer şekil ve büyüklükte ve aynı karaktere etki eden kromozom çiftidir.
Homozigot Gen	: Bir karakterin ortaya çıkmasından sorumlu alel gen çiftlerinin birbirinin aynı olması durumudur. Örneğin UU, uu, AA, aa, YY, yy gibi.