

EDİTÖR

Doç. Dr. Sercan ACAR

**FİZİKİ ANTROPOLOJİ
VE
PALEOANTROPOLOJİ**

Alanında Araştırmalar ve Değerlendirmeler

**ARALIK
2024**

İmtiyaz Sahibi / Yaşar Hız
Yayına Hazırlayan / Gece Kitaplığı
Birinci Basım / Aralık 2024 - Ankara
ISBN / 978-625-430-112-4

© copyright

2024, Bu kitabın tüm yayın hakları Gece Kitaplığı'na aittir.
Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan hiçbir
yolla çoğaltılamaz.

Gece Kitaplığı

Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak
Ümit Apt No: 22/A Çankaya/ANKARA
0312 384 80 40
www.gecekitapligi.com / gecekitapligi@gmail.com

Baskı & Cilt

Bizim Büro
Sertifika No: 42488

**FİZİKİ ANTROPOLOJİ
VE PALEOANTROPOLOJİ
ALANINDA ARAŞTIRMALAR VE
DEĞERLENDİRMELER**

EDİTÖR

Doç. Dr. Sercan ACAR

gece
kitaplığı

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1

GELENEKSEL VE DİJİTAL ANTROPOMETRİ: AVANTAJLAR VE SINIRLILIKLAR

Cansev MEŞE YAVUZ..... 7

BÖLÜM 2

İNSAN BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİNDE PİGMENTASYONUN EVRİMSEL VE GENETİK TEMELLERİ

Evrin TEKELİ 23

BÖLÜM 3

DENTAL VARYASYONLAR VE POPÜLASYONLARDAKİ GÖRÜLME SIKLIKLARI

Cansev MEŞE YAVUZ, Sena Nur GEZİCİ..... 43

”

BÖLÜM 1

GELENEKSEL VE DİJİTAL ANTROPOMETRİ: AVANTAJLAR VE SINIRLILIKLAR

Cansev MEŞE YAVUZ¹

¹ Doç. Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi,
Antropoloji Bölümü, Van, Türkiye, cansevmese@yyu.edu.tr,
ORCID ID: 0000-0002-8079-1230

Giriş

Antropometri, Yunanca “anthropos”:insan ve “metron”:ölçü kelimelelerinden oluşan, insan vücudunun boyutu, şekli ve özelliklerini ölçmeye yarayan bir tekniktir (Tur ve Bibiloni, 2019). İnsan vücudunun antropometrik özellikleri genetik ve çevresel faktörlerin etkisi altında şekillenir. Bu özellikler, genetik, fiziksel aktivite, beslenme tarzı, cinsiyet, sosyal ve kültürel faktörlerden etkilenmektedir (Sánchez-García ve ark. 2007). İnsan vücudunun boyutlarını öğrenmek, bu özellikler üzerinde etkili olan faktörlerin belirlenmesini da sağlamakta ve araştırmaların bütüncül olarak değerlendirilmesine katkıda bulunmaktadır. Antropometrik özellikler, aynı zamanda popülasyonlar arasında nesillere göre değişmektedir. Bu nedenle insan vücut boyutlarının belirli aralıklarla ölçümlerinin alınması, güncel verilerin elde edilmesi açısından oldukça önemlidir (Özer, 1993). Antropometri tekniği, ergonomi, antropoloji, sağlık, mimarlık, mühendislik gibi farklı bilim alanlarda kullanılan ve araştırmacılara yardımcı olan bir metottur. Epidemiyolojik ve klinik birçok araştırmada antropometri tekniği sıklıkla kullanılmaktadır (Mocini ve ark. 2023). Antropometri, büyük örneklemli araştırmalarda hızlı uygulandığından, kullanım kolaylığı sunmaktadır.

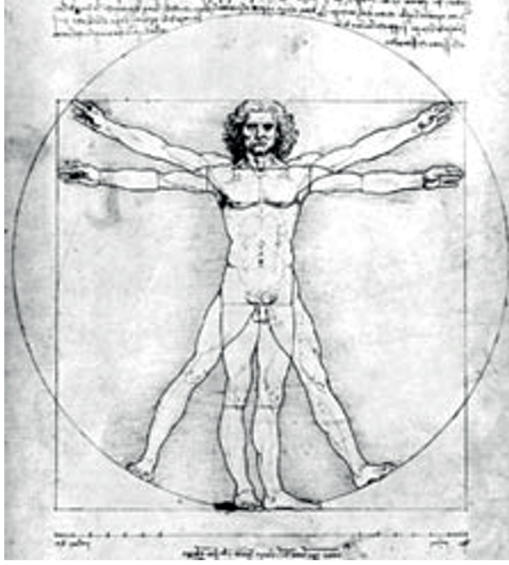
Antropometri tekniği günümüzde, ergonomik ve antropometrik tasarımların yapılmasında, çocuklarda büyüme ve gelişmenin değerlendirilmesinde, çocuk ve yetişkinlerde beslenme durumunun belirlenmesinde, beslenme ve sağlık arasındaki ilişkinin ortaya konulmasında, spor çalışmalarında ve yetenekli sporcu seçiminde sıklıkla kullanılmaktadır. Kökeni Eski Mısır'a kadar dayanan insan vücut boyutlarıyla ilgili araştırmalar, yapay zekânın ve teknolojinin gelişmesiyle günümüzde daha hızlı ve kolay gerçekleştirilmektedir. Geleneksel antropometri, insan vücudunun hacim ve boyutunun ölçülmesini sağlayan, ölçümlerin manüel olarak alındığı invaziv olmayan, kullanımı kolay bir metottur (Rumbo-Rodríguez ve ark. 2021). Dijital antropometri ise, farklı cihaz ve yazılımların yardımıyla insan vücudunun 2 ya da 3 boyutlu görüntülenmesini ve belirlenen anatomik noktalardan çeşitli ölçümlerin alınmasını sağlayan bir yöntemdir. Kullanılan bu geleneksel ve dijital antropometrik yöntemlerin kendilerine özgü avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır.

Son yıllardaki teknolojik gelişmeler her alanda olduğu gibi bilim dünyasında da kullanılmaya başlanmış, farklı ürün ve yazılımlar bilim insanlarının kullanımına sunulmuştur. İnsan vücudunun ölçülmesini sağlayan antropometri tekniğinin de, teknolojik farklı yöntemler ile birlikte dijital hale geldiği, son birkaç on yıldır bilinmektedir. Bu bölüm, manüel ya da geleneksel antropometri ve dijital antropometri tekniklerinin kullanım alanları, avantajları, sınırlılıkları, güvenilirlikleri ve doğrulukları üzerine detaylı bilgi vermeyi amaçlamaktadır.

Antropometri tekniğinin tarihçesi

İnsanların vücut boyutlarıyla ilgilenmenin kökeni eski zamanlara uzanır. Eski Mısır, Yunan ve Romalı sanatçılar, insan vücudunu ideal bir şekilde sabitlemeyi ve bunu sistematik hale getirmeyi amaçlamışlardır (Yılmaz ve Mesut, 2008). M.Ö. 5. Yüzyılda Yunan heykeltıraş Polykleitos'un insan vücudunun oranlarına ilişkin kuralları olduğu bilinmektedir. Rönesans dönemine gelinceye kadar insan vücudundan alınan ölçümler daha çok sanatsal amaçlarla kullanılmıştır. Leon Battista Alberti (1404-1472), matematiksel çalışmalara dayanan bireysel ölçümleri tanımlayarak bilimsel antropometriyi yaptığı heykellerin boyutlarının uygun olması için kullandı (Albrizio, 2007; Singh, 2021). Leonardo da Vinci (1452-1519), klasik antropometrik ölçülerin olduğu düşünölen bir dizi kurala göre çalışmalar yapmıştır. Kadavra diseksiyonları yapmış, ölçümlerini kayıt etmiş, sanatla anatomiyi birleştirmiştir. İnsan vücudunun proporsiyonlarını gösteren ünlü Vitruvius Adamı isimli çizimini gerçekleştirmiştir (Resim 1) (akt. Yılmaz ve ark. 2005; Utkualp ve Ercan, 2015). Öte yandan, Albrecht Dürer (1471-1528) insanın vücut oranları üzerine ilk resimli incelemeyi yapmıştır. Kadın ve erkek tiplerini yapısal olarak bilim ve sanat ışığında incelemiştir. Yetişkinler ve çocuklar arasındaki vücut yapı ve oranlarının aynı olmadığını bildiğinden Durer yaptığı araştırmalar ile büyüme biyometrinin öncüsü olarak kabul edilmektedir (Utkualp ve Ercan, 2015; Albrizio, 2007).

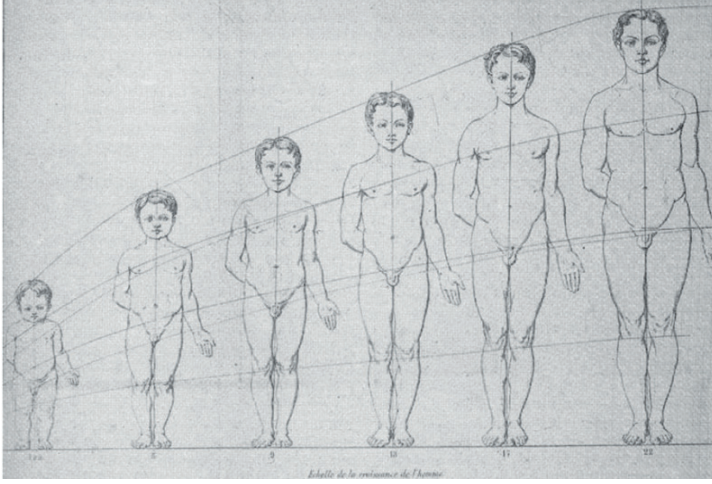
Antropometri kelimesi, ilk kez bir doğa bilimci olan Johann Sigismund Elsholtz tarafından 1654 yılında vücut oranları üzerine yazmış olduğu "Anthropometria" başlıklı çalışmasında bahsedilmiştir ve araştırmacı bu çalışmasında insan vücudundan ölçüm alabilmek için çeşitli cihazların kullanımını önermiştir. Elsholtz'un insanın tıbbi ve bilimsel olarak araştırılmasında antropometriyi kullanması, antropometrik çalışmalar arasında en eski olanıdır. İnsanda vücut oranları ve hastalıkların insidansı arasındaki ilişkinin araştırılması için bir yaklaşımı olmuştur (Albrizio, 2007). 18. Yüzyılda Gueneau de Montbeillard 1759-1777 yılları arasında, kendi oğlunun boy uzunluğunu her 6 ayda bir 19 yaşına kadar ölçmüştür. Montbeillard'un belirli aralıkla oğlunun boy uzunluğunu doğumdan ergenliğe kadar ölçmesi, ilk uzunlamasına büyüme araştırması olarak karşımıza çıkmaktadır (Tanner, 1986).



Resim 1. *Vitruvius Adamı*

19. yüzyıla gelindiğinde Francis Galton (1822-1911), ilk kez “Biometri” kavramını ortaya atmıştır. Bu kavramı biyolojinin istatistiksel kullanımı olarak tanımlayan Galton, 1897’de kadavra ve yaşayan insanların antropolojik çalışmalarını yapmak üzere bir laboratuvar kurdu. Galton antropoloji ve antropometri açısından oldukça önemli yaklaşımlarda bulunmuştur. Vücut ölçümlerinin bireysel ve istatistiksel olarak belirli aralıklarla ölçülmesi gerektiğini iki açıdan önermiştir. Birincisi çocukların fiziksel gelişimlerinin anlaşılabilmesi, ikincisi ise bir ulusun bütüncül olarak iyi mi yoksa kötüye mi gittiğinin ortaya konulmasıdır. Daha sonraları 1899 yılında Costantino Melzi antropometrinin okullarda ders olarak öğretilmesi önerisinde bulunmuştur. Fransız anatomist ve doktor Paul Broca (1824-1880) ise antropolojinin gelişimine önemli katkıları olan bir araştırmacıdır ve kafatası ölçümlerinin standartlaştırılması üzerine bir eser yayınlamıştır (Albrizio, 2007).

Antropometrinin gelişiminde önemli katkısı olan diğer bir araştırmacı da Quetelet’tir. Adolphe Quetelet (1796-1874), 1833 yılında boy uzunluğu ve vücut ağırlığı arasındaki ilişkiyi açıklamış, daha sonraları beden kitle endisi olarak adlandırılacak olan hesaplamanın oluşturulmasını sağlamıştır. Bu nedenle beden kitle endisine Quetelet indeksi de denilmektedir (Ross ve ark. 1988; Stini, 1991; Smith, 2020). 1835 yılında dört sayı olarak yayınladığı eserinde insanın fiziksel ve ahlaki özelliklerine değinirken, sosyal sistemden de bahsetmiştir (Krakower, 1937). Quetelet (1870) yayınladığı “Anthropométrie ou mesure des différentes facultés de l’homme” eserinde ise insanda büyüme ölçeği grafiğini göstermiştir (Resim 2).



Resim 2. “Echelle de la croissance de l’homme”- İnsanda Büyüme Ölçeği (Quetelet, 1870)

19. yüzyılın sonları ile 20. yüzyılın ilk on yılında antropometrinin gelişimi farklı alanlarda gerçekleşmiştir. Antropometri tekniği bir taraftan adli antropoloji alanında kullanılmaya başlarken, diğer taraftan oksolojik çalışmalarda, klinik araştırmalarda ve fiziksel ölçümler alınırken kullanılmıştır. Cesare Lombroso (1835-1909), zihinsel çarpıklığın kafatası ve bedensel anomalilerle ilişkisini incelemiştir. Antropometrik oksoloji çalışmaları ise 1912 yılında Cenevre’de başlamıştır (Albrizio, 2007). İkinci Dünya Savaşı’nda askerlerin daha ergonomik ürün kullanması amacıyla antropometrik ölçümlere dayanan tasarımlar yapılmıştır (Jenkin, 2020). Günümüzde manüel olarak kullanılan antropometri tekniğinin yanında, teknolojinin gelişmesi ile birlikte dijital yöntemler de uygulanarak antropometrik çalışmalar yapılmaktadır.

Geleneksel (manüel) antropometri

Bir araştırmacı yardımıyla belirlenen antropometrik noktalardan belirli ölçüm aletleriyle ölçüm alınmasını tanımlayan, manüel olarak uygulanan antropometridir. Alınan ölçümler manüel olarak gerçekleştirilir. Antropometri tekniği yardımıyla, belirli anatomik noktalar kullanılarak insan vücudundan iki yüzü aşkın ölçüm alınabilir (Akın ve ark. 2013). Bu ölçüler, boy, ağırlık, genişlik, yükseklik ve uzunluk ölçüleri, çevre ölçüleri, deri kıvrımı kalınlığı ölçüleridir. Antropometrik ölçümler alınırken, boy ölçer, tartı, şerit metre, skinfold (deri kıvrım kalınlığı ölçer), çap pergelleri, kumpas gibi basit ölçüm aletleri kullanılır.

Antropometri, insan vücudundan alınan fiziksel ölçümlerin elde edilmesini, çocuk ve yetişkinlerde malnütrisyon, obezite ve beslenme durumu-

nun belirlenmesini sağlarken, çeşitli tasarımlar için veri oluşturulmasına ve sporda performans ve yetenek seçimi konularına katkı sağlar. Öte yandan, popülasyonların morfolojik karakterlerinin ortaya konulmasını sağlar. Üretilen yapı ve tasarımların insanın özelliklerine uygun olması ve ergonomik tasarımların yapılması amacıyla antropometri tekniği kullanılabilir. Antropometrik ölçümler yardımıyla vücut kompozisyonu da belirlenebilir. Alınan antropometrik ölçüler yardımıyla yaşam tarzı ve beslenme arasındaki ilişki de ortaya konulabilir.

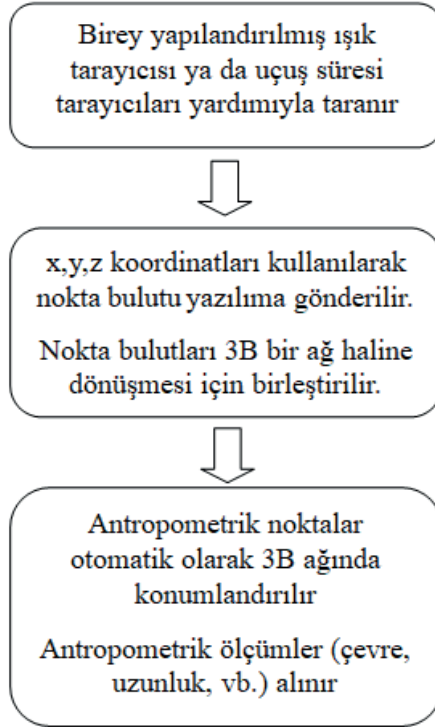
Geleneksel antropometri, bir araştırmacı tarafından basit ölçü aletleri yardımıyla vücudun çeşitli bölümlerinden ölçüm alınmasını sağlamaktadır. İnvaziv olmayan bu yöntem insana zarar vermez, kolay kullanıma sahiptir ve büyük ölçekli araştırmalarda kısa sürede örnekleme yapılmasını sağlar. Ancak en büyük dezavantajı ölçümü alacak olan araştırmacının belirli bir bilgi birikimine ve tecrübeye sahip olması gerektiğidir. Ölçümlerin alınacağı anatomik noktalar, ölçü aletleri, ölçüm tekniği konusunda bilgi gerektirmektedir. Bu dezavantajların yanı sıra geleneksel antropometri de alınan ölçüler genellikle el ile kaydedildiğinden, bu durum hata riskini artırmaktadır (Sobhyeh ve ark. 2020; Mocini ve ark. 2023).

Dijital antropometri

Teknolojinin gelişmesiyle beraber, insanın direkt olarak dâhil olduğu alanlarda farklı cihazların, yazılımların kullanılması son birkaç on yılda hızlı bir şekilde artmıştır. Manüel antropometrinin kullanıldığı çalışmalarda da 2 boyutlu dijital fotoğrafların ve üç boyutlu tarayıcıların kullanılması son yıllarda yapılan araştırmalarda karşımıza çıkmaktadır. Antropometri, zaman içerisinde manüel ölçümlerden bilgisayarlı ölçümlere, temaslı ölçümlerden temassız ölçümlere doğru evrilmiştir (Jones ve Rioux, 1997). 1973 yılında insan vücudunun bir nesne olarak üç boyutlu görüntülenmesi Lovesey tarafından başlatılmıştır (Jones ve Rioux, 1997). 1980li yılların ortalarında bir tekstil üreticisi Loughborough Üniversitesi'nden insan vücut şeklinin tanımlandığı bir teknoloji üretmelerini istemiş ve Üniversite de 1987 yılında insan vücudunu hızlı bir şekilde tarayabilen bir cihaz geliştirmiştir. Bu cihaz, 360 derece dönebilen bir masa, bir kamera ve projektörden oluşuyordu. Aslında dijital antropometri tarihi kısmen bu gelişme ile başlamıştır. Bu gelişmeden sonraki otuz yıl içerisinde farklı teknolojilerle birlikte dijital antropometri hızlı bir şekilde ilerlemiştir. Son gelişmeler, bu yöntemin daha güvenilir ve doğru olmasını, daha hızlı bilgi elde edilmesini sağlamıştır (Mocini ve ark. 2023).

Dijital 3B tarayıcıların çalışma prensibi kızılötesi ve görünür ışığa dayandığı için bilgisayarlı tomografi ya da DXA gibi yöntemlere göre daha güvenilirdir ve iyonlaştırıcı radyasyon içermezler. 3B tarayıcılar temel olarak yapılandırılmış ışık tarayıcıları ve uçuş süresi tarayıcıları gibi teknolo-

jilerdir. 3B tarayıcılar ile insan vücudunun taranarak bilgi edilmesi için veri toplama, veriyi işleme ve anatomik ölçüm olarak üç aşama gereklidir. Üç boyutlu optik tarayıcı kameraları sayesinde insan vücudunun açılardan birçok görüntü elde eder. Üç boyutlu tarayıcılar teknolojileri sayesinde insan vücudunun yüzeyini tarayarak görüntüler, sahip olduğu yazılımlar 3B ağı oluşturur. Sonuç olarak bir avatar elde edilir. Elde edilen görüntülerde çevre, genişlik, uzunluk ölçüleri bu ağ üzerinde anatomik olarak atanmış noktalar arasından alınır. Farklı marka 3B tarayıcıların kendilerine göre farklı yazılımları olsa da, vücut ölçüleri benzer prensiple alınır. Daha önce yazılımda tanımlanmış anatomik noktalar arasından ölçüm alınır. Hatta daha özelleşmiş ölçülerin alınmasına izin verecek şekilde düzenlenebilir. Aşağıda 3B tarayıcılar ile insan vücudundan ölçüm alınmasının aşamaları gösterilmiştir (Heymsfield ve ark. 2018).



Şekil 1. 3B tarayıcılar ile insan vücudundan ölçüm alma aşamaları

Dijital antropometri optik görüntüleme sistemleri kullanılarak bilgi veren, invaziv olmayan, kolay uygulanabilir, doğru ve hassas ölçüm olanağı sağlayan bir yöntemdir (Heymsfield ve ark. 2018; Sobhiyeh ve ark. 2020). İnsan vücudundan 2B (dijital fotoğraflar) ya da 3B görüntüleme

(optik görüntüleme sistemleri) ile bilgi elde edilebilir. Dijital antropometri, yüz, kafa, dişler, vücut deformitelerinin tanımlandığı medikal çalışmalarda, eldiven, kask, maske, giysi gibi tasarımların yapıldığı ergonomik çalışmalarda, vücut şekli, adli görüntüleme ve vücudun dinamik hareketlerinin ortaya konulduğu antropolojik çalışmalarda kullanılmaktadır (Jones ve Rioux, 1997).

Dijital fotoğraflar ve 3D tarayıcılarla oluşturulan avatarlar ile yapılan araştırmalara bakıldığında, ortodonti, yüz rekonstrüksiyonu, ya da adli kimliklendirme gibi farklı alanlarda bu tekniklerin kullanıldığı görülmektedir. Laurendeau ve ark. (1991), dental mum modellerini 3D teknolojisi kullanarak ölçmüştür. Linney ve ark. (1989), maksillofasiyal cerrahide kullanılmak üzere bilgisayarlı tomografi ve 3B görüntülerinden bir sistem geliştirmiştir. Galantucci ve ark. (2012), tıbbi ve ortodontik uygulamalarda tanı ve tedavilerin izlenmesi için yararlı olabilecek yeni bir 3B sistemini önermiştir. 13 kafatası ve kayıp kişilerin fotoğrafları kullanılarak adli bir pilot çalışma yapılmıştır. Çalışmada kafataslarının 3B tarayıcılar ile avatarları oluşturulmuş ve gerçek fotoğraflar ile üst üste bindirilerek karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda 3B görüntülerin kimliklendirme çalışmalarında kullanılabilceğini ortaya koymuştur (Santoro ve ark. 2017).

Avantaj ve Sınırlılıklar

Günümüzde birçok araştırmada kullanılan geleneksel ve dijital antropometrinin avantajları olduğu kadar, bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. Manüel antropometrinin uygulanması için araştırmacının bilgi birikimine sahip olması ve araştırmacının antropometrik ölçümleri alırken belirli bir tecrübe ve deneyine sahip olması gerekmektedir. Antropometrik ölçümlerin bir araştırmacı tarafından manüel olarak alınması aynı zamanda hata riskini de artırmaktadır. Dijital antropometri de ise geliştirilen teknoloji bireyin bir süre hareketsiz kalması temeline dayanır. Bu nedenle dijital ölçümler alınarak yapılan araştırmalar çoğunlukla yetişkinler ile gerçekleştirilmiştir. Küçük çocukların hareketsiz kalmaları zor olduğundan, küçük ya da çok küçük çocuklarda kullanılacak, onlar için tasarlanmış cihazlara ihtiyaç vardır (Kennedy ve ark. 2022). Öte yandan, dijital antropometride ölçüm alınacak bireylerle fiziksel temasın olmaması ve hızlı değerlendirme yapılabilmesi önemli avantajlarıdır. Farklı firmaların ürettiği 3B vücut tarayıcıların farklı algoritmaları bulunmaktadır. Bu nedenle farklı cihazlar aynı bireyden farklı ölçümler üretebilir. Geleneksel ve dijital antropometrinin bazı avantaj ve sınırlılıkları Tablo 1'de gösterilmiştir (Sweatt ve ark. 2024; Ashby ve ark. 2023).

Tablo 1. Geleneksel ve dijital antropometrinin avantajları ve sınırlılıkları

	Avantajlar	Sınırlılıklar
Geleneksel antropometri	İnvaziv değil	Araştırmaçı tecrübesi ve deneyimi gerekliliği
	Kolay kullanım	Görece yüksek hata riski
	Düşük maliyet	Hassas katılımcılarda ölçüm alma zorluğu
	Taşınabilir	Hastanın pozisyon değişikliği ile görüntüleme hata
2B dijital fotoğraflar	Hızlı değerlendirme	Aydınlatma ve kamera açısından kaynaklı görüntüleme hata
	Kolay kullanım	
	Fiziksel temasın olmaması	
	Taşınabilir	
3B optik görüntüleme sistemleri	Düşük maliyet	
	Hızlı değerlendirme	Kolaylıkla taşınamama
	Fiziksel temasın olmaması	Yazılımlar arasında uyum problemi
	Düşük maliyet	Küçük ya da çok küçük çocuklarda kullanım zorluğu
	Güvenilir	

Güvenirlik ve doğruluk

Gerçekleştirilen birçok araştırma dijital antropometrinin doğruluğunu ortaya koymak için genellikle geleneksel antropometri ve dijital antropometrinin karşılaştırılmasını içerir. Yapılan araştırmalar, geleneksel ve dijital antropometrinin güvenilir olduğunu göstermiştir (Kennedy ve ark. 2020; Simenko ve Cuk, 2016). Her iki yöntem karşılaştırıldığında geleneksel antropometrinin dijital ölçümlere göre daha güvenilir olduğunu belirten araştırmalar da vardır (Bourgeois ve ark. 2017). Diğer yandan, her iki yöntemin de doğruluğunu test eden ve iki yöntem arasında korelasyon saptayan araştırmalar da bulunmaktadır (Buşic ve ark. 2020; Wells ve ark. 2015).

Koepke ark., (2017), 3B tarayıcılar ile elde ettiği ölçümleri manüel antropometrik ölçümlerle karşılaştırmıştır. Araştırma sonucunda iki yöntem arasında anlamlı farklar bulunmakta birlikte iki yöntem arasında korelasyon da belirlenmiştir. Heuberger ve ark. (2008), benzer şekilde iki yöntemi karşılaştırmış, dijital antropometri ile bel ve kalça çevresi ölçüleri daha fazla bulunmuştur. Yapılan başka bir araştırmada ise dijital antropometrinin doğruluğu geleneksel antropometriye göre daha düşük bulunmuştur (Lu ve Wang, 2010). Beckmann ve ark. (2019) yaptığı araştırmada 3B tarayıcısı ile elde edilen bel çevresi ölçüsünün manüel olarak alınan antropometrik ölçümlerden daha düşük olduğunu belirlemiş, ayrıca boy

uzunluğunun ise dijital antropometrik ölçülerde, geleneksel olarak alınan boy uzunluğuna göre daha fazla olduğunu saptamıştır. Benzer şekilde iskeletten yüz rekonstrüksiyonu yapmak için 3D tarayıcı kullanılmıştır (Gualdi-Russo ve ark. 2015).

Gerçekleştirilen başka bir araştırmada, geleneksel antropometri- nin güvenilirliği daha yüksek bulunurken, iki yöntem arasında güçlü bir korelasyon da belirlenmiştir (Wells ve ark., 2015). Yapılan bir sistemati- k derlemede 3B teknolojisi kullanılarak yapılan araştırmalar değerlendirilmiş 3B ölçümleri ile manüel ölçümler arasında güçlü bir korelasyon belirlenmiştir. Ayrıca 3B teknolojilerini kullanan araştırmaların çoğunluğu (%61.1), 3B tarayıcıların doğruluk ve güvenilirliklerinin yüksek olduğunu saptamıştır (Rumbo-Rodríguez ve ark. 2021). Franke-Gromberg ve ark. (2010), 24-65 yaş arası 45 bireyin yüz ve kafa ölçülerini manüel ölçümler ve 2B fotogrametri ile değerlendirmişlerdir. Araştırmada, direkt olarak alınan manüel ölçümlerin %7.6 oranında daha kısa olduğu belirlenmiştir. Ng ve arkadaşları (2016), 39 bireyde vücut kompozisyonunu değerlendirmek için 3B optik görüntüleri kullanmıştır. Araştırma sonucunda, yağ kitlesi ve yağsız vücut kitlesi değerlendirmesinde DXA yöntemi ile arasında güçlü korelasyon belirlemiştir. Vücut kompozisyonunun değerlendirildiği başka bir araştırmada, 3B görüntüleme yöntemi ve DXA ile alınan ölçümler birbirine uyumluydu (Cabre ve ark. 2021).

Sonuç

Antropometri tekniği, klinik ve epidemiyolojik araştırmalarda sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Sağlık, ergonomi, beslenme, spor, sanat gibi farklı alanlarda araştırmacılar tarafından tercih edilmektedir. İnsan vücudunun boyutlarının araştırılmasının tarihi eski dönemlere kadar uzanmaktadır. Ancak antropometri yönteminin 19. Yüzyılın sonu ve 20. Yüzyılın başlarında farklı kullanım alanı bulduğu söylenebilir. Geleneksel antropometri standart anatomik noktalara göre basit ölçüm aletleriyle alınan manüel ölçümleri tanımlarken, dijital antropometri, üç boyutlu optik görüntüleme sistemleri antropometrik özelliklerin değerlendirilmesini yapılan içerir.

Geleneksel ve dijital antropometrinin avantajları bulunduğu gibi, dezavantajları da vardır. Kolay kullanıma sahip olması, nispeten ekonomik olması, girişimsel olmaması ve insana zarar vermemesi avantajları arasındadır. Ancak, geleneksel antropometri de bir araştırmacı tarafından ölçümler alındığından hata riski yükselmekte, doğru araştırmaların gerçekleştirilmesi için araştırmacının bilgi birikiminin ve deneyiminin olması gerekmektedir. Dijital antropometri yöntemi ise hızlı değerlendirme imkanına sahip, fiziksel temas gerektirmeyen bir yöntemdir. Ancak kullanılan 3B optik görüntüleme sistemlerinin farklı olması bu sistemler arasında uyumu zorlaştırmakta ve uyumsuzluklara neden olmaktadır. Ayrıca bu yöntemin

küçük ya da çok küçük çocuklarda kullanım zorluğu da dezavantajları arasındadır.

Tarihsel süreç içerisinde daha fazla kullanım alanı bulan geleneksel antropometri, gelişen teknoloji ile birlikte zamanla yerini dijital ölçümlere bırakmaktadır. Günümüzde dijital antropometride kullanılan 3B görüntüleme teknikleri zaman içerisinde daha yaygın kullanım alanı bulacaktır. Ancak 3 boyutlu görüntüleme sistemlerinde, yöntemin sınırlılıkları dikkate alınarak iyileştirmelerin yapılması ve bu dezavantajların en aza indirilmesi, hem daha fazla çalışma alanı bulmasına katkı sağlayacak, hem de daha güvenilir ve doğru araştırmaların gerçekleşmesine zemin hazırlayacaktır.

Kaynakça

- Akın, G. Tekdemir, İ. Gültekin, T., Erol, E. & Bektaş, Y. (2013). *Antropometri ve Spor*, Alter Yayıncılık, 2. Baskı. Ankara,
- Albrizio, A. (2007). Biometry and anthropometry: from Galton to constitutional medicine. *Journal of Anthropological Sciences*, 85, 101-123.
- Ashby, N., Jake LaPorte, G., Richardson, D., Scioletti, M., Heymsfield, S. B., Shepherd, J. A., McGurk, M., Bustillos B., Gist, N., & Thomas, D. M. (2023). Translating digital anthropometry measurements obtained from different 3D body image scanners. *European Journal of Clinical Nutrition*, 77(9), 872-880.
- Beckmann, C. Aldakak, L. Eppenberger, P. Rühli, F. Staub, K. & Bender, N. (2019). Body height and waist circumference of young Swiss men as assessed by 3D laser-based photonic scans and by manual anthropometric measurements. *PeerJ*. 7, e8095.
- Bourgeois, B. Ng, B.K. Latimer, D. Stannard, C.R. Romeo, L. Li, X. A Shepherd, J. & Heymsfield, S.B. (2017). Clinically applicable optical imaging technology for body size and shape analysis: Comparison of systems differing in design. *Eur. J. Clin. Nutr.* 71, 1329–1335.
- Bušić, A. Bušić, J. Coleman, J. & Šimenko, J. (2020). Comparison of Manual Anthropometry and a Mobile Digital Anthropometric System. In Proceedings of the icSPORTS 2020—Proceedings of the 8th International Conference on Sport Sciences Research and Technology Support, Budapest, Hungary, 5–6 November, 109–115.
- Cabre, H. Blue, M.N.M. Hirsch, K.R. Gould, L. Nelson, A. & Smith-Ryan, A.E. (2021). Validity of a Three-Dimensional Body Scanner: Comparison Against a 4-Compartment Model and Dual Energy X-Ray Absorptiometry. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 46, 644–650.
- Franke-Gromberg, C., Schüler, G., Hermanussen, M., & Scheffler, C. (2010). Digital 2D-photogrammetry and direct anthropometry—a comparing study on test accomplishment and measurement data. *Anthropologischer Anzeiger*, 11-20.
- Galantucci, L. M., Percoco, G., & Di Gioia, E. (2012). New 3D digitizer for human faces based on digital close range photogrammetry: Application to face symmetry analysis. *International Journal of Digital Content Technology and its Applications*, 6(20), 703.
- Gualdi-Russo, E., Zaccagni, L., & Russo, V. (2015). Giovanni Battista Morgagni: facial reconstruction by virtual anthropology. *Forensic Science, Medicine, and Pathology*, 11, 222-227.
- Heuberger, R.; Domina, T.; & Macgillivray, M. (2008). Body scanning as a new anthropometric measurement tool for health-risk assessment. *Int. J. Consum. Stud.* 32, 34–40.

- Heymsfield, S. B., Bourgeois, B., Ng, B. K., Sommer, M. J., Li, X., & Shepherd, J. A. (2018). Digital anthropometry: a critical review. *European journal of clinical nutrition*, 72(5), 680-687.
- Jenkin, J. (2020). An Abridged History of Anthropometry. Statement of Purpose and Objective, 27.
- Jones, P. R., & Rioux, M. (1997). Three-dimensional surface anthropometry: Applications to the human body. *Optics and Lasers in Engineering*, 28(2), 89-117.
- Kennedy, S. Hwaung, P. Kelly, N. Liu, Y.E. Sobhiyeh, S. Heo, M.; Shepherd, J.A. & Heymsfield, S.B. (2020). Optical imaging technology for body size and shape analysis: Evaluation of a system designed for personal use. *Eur. J. Clin. Nutr.* 74, 920–929.
- Kennedy, S., Smith, B., Sobhiyeh, S., Dechenaud, M. E., Wong, M., Kelly, N., Shepherd J. & Heymsfield, S. B. (2022). Digital anthropometric evaluation of young children: comparison to results acquired with conventional anthropometry. *European journal of clinical nutrition*, 76(2), 251-260.
- Koepke, N., Zwahlen, M., Wells, J. C., Bender, N., Henneberg, M., Rühli, F. J., & Staub, K. (2017). Comparison of 3B laser-based photonic scans and manual anthropometric measurements of body size and shape in a validation study of 123 young Swiss men. *PeerJ*, 5, e2980.
- Krakower, H. (1937). Anthropometry. Research Quarterly. *American Physical Education Association*, 8(3), 85–95. doi:10.1080/23267402.1937.10761835
- Laurendeau, D., Guimond, L. & Poussart, D., (1991). A computer-vision technique for the acquisition and processing of 3-D profiles of dental imprints: an application in orthodontics. *IEEE Trans. Med. Imaging*, 10(3), 453-461.
- Linney, A. D., Grindrod, S. R., Arridge, S. R., & Moss, J. P. (1989). *Three-dimensional visualization of computerized tomography and laser scan data for the simulation of maxillo-facial surgery. Medical Informatics*, 14(2), 109–121. doi:10.3109/14639238908994984.
- Lu, J. M., & Wang, M. J. J. (2010). The evaluation of scan-derived anthropometric measurements. *IEEE Transactions on instrumentation and measurement*, 59(8), 2048-2054.
- Mocini, E., Cammarota, C., Frigerio, F., Muzzioli, L., Piciocchi, C., Lecalaprice, D., Buccolini, F., Donini, L.M. & Pinto, A. (2023). Digital anthropometry: A systematic review on precision, reliability and accuracy of most popular existing technologies. *Nutrients*, 15(2), 302.
- Ng, BK, Hinton BJ, Fan B, Kanaya AM, & Shepherd JA. (2016). Clinical anthropometrics and body composition from 3D whole-body surface scans. *Eur J Clin Nutr.* 70:1265–70.
- Quetelet A. 1870. Anthropométrie ou mesure des différentes facultés de l'homme. C. Muquardt, Bruxelles).

- Özer, K. (1993). *Antropometri, Sporda morfolojik planlama*, İstanbul, Kazancı Matbaacılık.
- Ross, W. D., Crawford, S. M., Kerr, D. A., Ward, R., Bailey, D. A., & Mirwald, R. (1988). Relationship of the body mass index with skinfolds, girths, and bone breadths in Canadian men and women aged 20–70 years. *American Journal of Physical Anthropology*, 77(2), 169-173.
- Rumbo-Rodríguez, L.; Sánchez-SanSegundo, M.; Ferrer-Cascales, R.; García-D’Urso, N.; Hurtado-Sánchez, J.; & Zaragoza-Martí, A. (2021), Comparison of Body Scanner and Manual Anthropometric Measurements of Body Shape: A Systematic Review. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 18, 6213.
- Sánchez-García, S., García-Peña, C., Duque-López, M. X., Juárez-Cedillo, T., Cortés-Núñez, A. R., & Reyes-Beaman, S. (2007). Anthropometric measures and nutritional status in a healthy elderly population. *BMC public health*, 7, 1-9.
- Santoro, V., Lubelli, S., De Donno, A., Inchingolo, A., Lavecchia, F., & Introna, F. (2017). Photogrammetric 3D skull/photo superimposition: a pilot study. *Forensic science international*, 273, 168-174.
- Simenko, J. & Cuk, I. (2016). Reliability and validity of NX-16 3B body scanner. *Int. J. Morphol.* 34, 1506–1514.
- Singh, U. P. (2021), *New Anthropometry of Human Services; the Method and Practices. Recent Research and Innovation: An Integrated Approach*, (edt: Dr. Ion Codreanu, Dr. Muawya Ahmed Hussein, Prof. (Dr.) Ho Soon Min), Bharti Publications, New Delhi, 209-253.
- Smith, E. (2020). “Why do we measure mankind?” Marketing anthropometry in late-Victorian Britain. *History of Science*, 58(2), 142-165.
- Sobhiyeh, S., Kennedy, S., Dunkel, A., Dechenaud, M. E., Weston, J. A., Shepherd, J., Wloenski, P., & Heymsfield, S. B. (2021). Digital anthropometry for body circumference measurements: Toward the development of universal three-dimensional optical system analysis software. *Obesity Science & Practice*, 7(1), 35-44.
- Stini, W.A. (1991). Body composition and longevity: Is there a longevous morphotype? *Medical Anthropology*, 13(3), 215–229. doi:10.1080/01459740.1991.996.
- Sweatt, K., Garvey, W.T., & Martins, C. (2024). Strengths and Limitations of BMI in the Diagnosis of Obesity: What is the Path Forward?, *Current Obesity Reports*,
- Tanner, J. M. (1986). 1 Normal growth and techniques of growth assessment. *Clinics in Endocrinology and Metabolism*, 15(3), 411–451. doi:10.1016/s0300-595x(86)80005-6
- Tur, J. A., & Bibiloni, M. D. M. (2019). Anthropometry, body composition and resting energy expenditure in human. *Nutrients*, 11(8), 1891.

- Utkualp, N., & Ercan, I. (2015). Anthropometric measurements usage in medical sciences. *BioMed research international*, 2015 (1), 404261
- Wells, J. C., Stocks, J., Bonner, R., Raywood, E., Legg, S., Lee, S., Treleaven, S. & Lum, S. (2015). Acceptability, precision and accuracy of 3B photonic scanning for measurement of body shape in a multi-ethnic sample of children aged 5-11 years: the SLIC study. *PloS one*, 10(4), e0124193.
- Yılmaz, A., & Mesut, R. (2008), Relevance of the Antique Canons to the Contemporary Turkish Males, *Acta morphologica et anthropologica*, 13,228-233.
- Yılmaz, A., ıkmaş, S., & Mesut, R. (2005). Türk erkeklerinde “Leonardo emberi” ve st ekstremite ile ilgili oranlar. *Balkan Medical Journal*, 2005(3), 137-141.



BÖLÜM 2

İNSAN BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİNDE PİGMENTASYONUN EVRİMSEL VE GENETİK TEMELLERİ

Evrin TEKELİ¹

¹ Dr. Öğr.Üyesi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Antropoloji Bölümü, Antakya/Hatay, Türkiye, evrimtekeli@mku.edu.tr, ORCID ID: 0009-0004-8092-9908

GİRİŞ

Cilt rengi, insanların farklılaştığı en dikkat çekici özelliklerden biridir ve tarihsel olarak insan ırklarını tanımlamak için yaygın olarak kullanılmıştır. İnsan çeşitliliğini düşündüğümüzde, ilk akla gelen unsurlardan biri renk farklılıklarıdır. Bu farklılıklar, özellikle deri, saç ve göz rengi gibi pigmentasyona dayalı özelliklerle belirgin hale gelir. Pigmentasyon, insanları tanımlamak ve kategorize etmek için tarih boyunca kullanılmış; bu özelliğe dayalı algılar hem bilimsel hem de sosyal alanlarda derin etkiler bırakmıştır. İnsan pigmentasyonundaki varyasyonlar, genetik ve evrimsel süreçlerin ortak etkisini yansıtan önemli bir biyolojik özelliktir (Parra, 2007). İnsan pigmentasyon varyasyonuna dair algılar zamanla değişmiş, ancak uzun bir süre deri rengi, ırksal sınıflandırmalarda temel bir ölçüt olarak kullanılmıştır. Özellikle 17. ve 18. yüzyıllarda, insan gruplarının “ırk”lara göre ayrılması ve sınıflandırılması dönemin bilim anlayışına damgasını vurmuştur. Bu sınıflandırmalarda, beyaz deri rengi, üstünlükle ilişkilendirilmiş, koyu tenli gruplar ise aşağı bir statüye itilmiştir. Bu yaklaşım, kölelik sistemini ve kolonizasyon süreçlerini meşrulaştırmak için ideolojik bir temel oluşturmuştur (Marks, 1995; Wade, 2010). Örneğin, Carl Linnaeus’un insanlığı dört farklı türe ayırdığı ilk sınıflandırması, büyük ölçüde coğrafi dağılım ve deri rengine dayanıyordu (Klass ve Hellman, 1971). Bu yaklaşıma, Cuvier, Blumenbach ve diğer bilim insanlarının ırksal sınıflandırmalarında da rastlanmış ve bu anlayış yüzyıllar boyunca devam etmiştir. Antropolojik çalışmalar, insan deri renginin aslında kesintisiz bir spektrum üzerinde yer aldığını ortaya koymuştur. İnsanlar, dünya genelinde, çok koyu tonlardan çok açık tonlara kadar uzanan bir renk aralığında sıralanır. Bu dağılım incelendiğinde, insanlar arasında net sınırlar olmadığını, dolayısıyla ırksal sınıflandırmanın özünde keyfi bir uygulama olduğunu görmek mümkündür (Mielke vd., 2006). Bununla birlikte, deri rengi dünya üzerinde rastgele bir şekilde dağılmamış, coğrafya ile güçlü bir ilişki göstermiştir. Genel bir eğilim olarak, ekvatora yakın bölgelerde yaşayan insanlar daha koyu ten rengine sahipken, ekvatordan uzaklaştıkça deri rengi giderek açılmaktadır. Bu durum, pigmentasyonun sadece coğrafya ile değil, aynı zamanda çevresel ve biyolojik faktörlerle de güçlü bir bağ içinde olduğunu göstermektedir (Relethford, 2009). Güneş ışığına uzun süreli maruziyet, yüksek melanin üretimini teşvik ederek cildi ultraviyole radyasyonun zararlarından korur. Öte yandan, düşük ultraviyole radyasyona sahip bölgelerde yaşayan insanlar, daha az melanin üretimi ile D vitamini sentezini optimize eder (Jablonski ve Chaplin, 2000). Bu biyolojik adaptasyonlar, pigmentasyonun evrimsel önemine işaret eder.

Tarihsel olarak, pigmentasyon yalnızca biyolojik değil, aynı zamanda sosyal ve kültürel anlamlarla da şekillenmiştir. 19. yüzyılda, Louis Agassiz gibi bilim insanları, “polijenisizm” teorisiyle insan ırklarının ayrı türler

olduğunu iddia ederek, pigmentasyona dayalı ırkçılığı biyolojik bir zemine oturtmaya çalışmışlardır. Bu tür görüşler, özellikle Batı'da, sosyal ayrımcılık ve "beyaz üstünlüğü" kavramlarını güçlendirmiştir. Örneğin, kraniyometrik analizler kullanılarak, açık tenli bireylerin koyu tenli bireylerden biyolojik olarak üstün olduğu öne sürülmüştür (Gould, 1981). Bu tür iddialar hem ırkçılığı hem de sömürgeci uygulamaları desteklemiştir. Bununla birlikte, 20. yüzyılın ortalarına gelindiğinde bilim dünyası, ırk kavramının biyolojik temellerine dair ciddi bir eleştirel yaklaşım geliştirmiştir. UNESCO, 1950 ve 1951 yıllarında yayımladığı "İrk Üzerine Bildirge"lerde, biyolojik ırk kavramının bilimsel bir temelini olmadığını ilan etmiş ve ırkın sosyal bir yapı olduğunu vurgulamıştır. 1965 yılında kabul edilen İrk Ayrımcılığının Ortadan Kaldırılmasına Dair Uluslararası Sözleşme, ırk kavramını ayrımcılığı meşrulaştıran bir araç olarak tanımlayarak, biyolojik çeşitliliğin "ırk" kavramı yerine genetik, çevresel ve kültürel faktörlere dayandırılması gerektiğini belirtmiştir. Bu önemli değişim, ırk teriminin bilimsel çevrelerde terk edilmesine ve yerine "etnik grup" veya "biyolojik çeşitlilik" gibi daha kapsayıcı kavramların kullanılmasına yol açmıştır. Bu tarihsel ve bilimsel değişimler, pigmentasyon çalışmalarının yalnızca biyolojik bir konu değil, aynı zamanda insanlık tarihinin sosyal ve kültürel dinamiklerini anlamak için önemli bir araç olduğunu göstermektedir (UNESCO, 1964; UNESCO, 2023). Bu tarihsel ve bilimsel değişimler, pigmentasyon çalışmalarının biyolojik temelleri anlamının ötesinde, insanlık tarihindeki sosyal ve kültürel dinamiklerin aydınlatılmasında da kritik bir araç olduğunu göstermiştir. Bu çerçevede, 20. yüzyılda genetik biliminin gelişimi, insan çeşitliliği ve genetik benzerlik üzerine daha derin bir anlayış sunarak ırk kavramına dair biyolojik temelli yanlış algıları çürütmüştür. 20 yüzyıla gelindiğinde ise genetik çalışmaların ilerlemesiyle, tüm insanların genetik yapısının inanılmaz derecede benzer olduğu ortaya çıkarılmıştır. İnsan Genomu Projesi gibi büyük bilimsel girişimler, insan çeşitliliğinin yalnızca yüzde küçük bir kısmının genetik farklılıklardan kaynaklandığını göstermiştir (1000 Genomes Project Consortium, 2000). Bu bulgular, ırk kavramının biyolojik bir temele dayanmadığını güçlü bir şekilde desteklemiştir. Bununla birlikte, pigmentasyona dayalı ayrımcılık ve önyargılar, sosyal hayatta varlığını sürdürmeye devam etmektedir.

Bu çalışmanın amacı, insan biyolojik varyasyonunun pigmentasyon evrimini incelemek ve pigmentasyonun, çevresel faktörler, genetik etkileşimler ve kültürel etkilerle nasıl şekillendiğini anlamaktır. Ayrıca, bu varyasyonların insan türünün evrimsel geçmişindeki biyolojik ve adaptif süreçlerle ilişkisini araştırmak, pigmentasyonun insan sağlığı, ırkçılık ve toplumsal yapı üzerindeki etkilerini değerlendirmek de hedeflenmektedir. Çalışma, insan biyolojik çeşitliliği ve evrimsel adaptasyonlar üzerine yeni bir bakış açısı sunmayı amaçlamaktadır.

Deri Rengini Şekillendiren Genetik Faktörler

Cilt rengi, epidermisin bazal tabakasındaki melanosit hücrelerinde üretilen melanin türü ve toplam miktarıyla belirlenen, kalıtsal olarak karmaşık bir özelliktir (Rocha, 2020). İnsan cilt rengindeki çeşitlilik, büyük ölçüde kahverengimsi siyah pigment olan melanin tarafından belirlenir (Lamason ve ark., 2005). Melanin, derinin en dış tabakası olan epidermiste bulunan melanosit adı verilen hücreler tarafından üretilir. Bu pigment, melanositlerin içinde bulunan melanozom adı verilen organellerde sentezlenir ve daha sonra melanin paketleri halinde epidermisteki diğer deri hücrelerine dağıtılır. Bu süreç, cilt renginin farklı tonlarını oluşturur (Beall ve Steegmann, 2000). Pigmentasyon derecesindeki farklılıklar (açık ile koyu ten arasındaki), melanin üreten hücrelerin sayısı, bu hücrelerin kümelenme biçimi, melanin oluşum hızı ve melanin transferinin epidermal hücrelere geçiş oranına bağlıdır (Robins, 1991).

Deri rengi, genetik faktörlerin etkisiyle şekillenen karmaşık bir özelliktir ve bu özellik, evrimsel süreçler ve çevresel faktörlerle şekillenmiştir. İnsanların cilt rengi, temel olarak melanin adı verilen pigmentlerin türü ve miktarına bağlıdır. Melanin, cildin ultraviyole ışınlarına karşı korunmasına yardımcı olur ve cilt renginin belirleyici unsurlarından biridir. Deri renginin genetik temelleri, birçok genin etkileşimiyle ortaya çıkar ve bu genler, melanin üretimi ve dağılımını düzenleyen biyolojik süreçleri kontrol eder (Jablonski ve Chaplin, 2000; Parra, 2007). İnsan deri rengini belirleyen birçok aday gen, model organizmalardaki çalışmalar veya albinizm gibi pigmentasyon bozukluklarından etkilenen insanlarla yapılan araştırmalar sonucunda tanımlanmıştır (Lao ve ark., 2007; Myles ve ark., 2007). İnsan deri rengini belirleyen genetik faktörler, uzun yıllar süren araştırmalar sonucunda tanımlanmış ve bu alandaki çalışmalar, model organizmalarda yapılan deneyler ve pigmentasyon bozukluklarına sahip bireyler üzerindeki genetik analizlerle önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Deri renginin temel belirleyicisi olan melanin, eumelanin (koyu renk) ve feomelanin (açık renk) olmak üzere iki ana tipe ayrılır. Bu pigmentlerin üretimi ve dağılımı, deri rengindeki çeşitliliği şekillendiren ana faktörlerdir. Derinin pigmentasyonu, çok sayıda genetik varyasyonla ilişkilidir. Başlıca aday genler arasında MC1R (Melanocortin 1 receptor), SLC24A5, SLC45A2 ve TYR bulunur (Sturm ve Duffy, 2012).

MC1R (Melanocortin 1 receptor) geni

MC1R geni, insanlarda deri ve saç rengi gibi fenotipik özelliklerin belirlenmesinde temel bir genetik faktör olarak önemli bir rol oynamaktadır (Berns ve ark., 2024). Bu gen, melanin sentezini düzenleyen melanokortin 1 reseptörünün ekspresyonunu kontrol eder. MC1R genindeki çeşitli genetik varyasyonlar, bireyler arasındaki deri rengi farklılıklarının oluşumunda

etkili olur. Özellikle, MC1R genindeki bazı mutasyonlar, kıvıl saç rengi ve açık ten gibi belirgin fenotipik özelliklerle ilişkilendirilmiştir. Ayrıca, MC1R'nin fonksiyonu, bireylerin UV ışınlarına karşı biyolojik uyum süreçlerini ve dolayısıyla cilt sağlığını etkileyen kritik bir faktördür (Rees, 2003; Norton, 2007).

MC1R genindeki varyasyonlar, insan evrimindeki çevresel faktörlere, özellikle ultraviyole ışınımına karşı adaptasyonları yansıtır (Quevedo ve Holstein, 2006). İnsanlık, Afrika kökenli atalarından türediği ve yüksek UV ışınımına sahip bölgelerde yaşadığı dönemde, koyu deri rengi evrimsel bir adaptasyon olarak gelişmiştir. Koyu ten, UV ışınlarının cilt üzerindeki zararlı etkilerine karşı koruma sağlayarak cilt kanseri riskini azaltırken, aynı zamanda vücudun D vitamini üretiminde de önemli bir denge kurar. Bununla birlikte, *Homo sapiens*'in Afrika'dan göç etmeye başlaması ve daha düşük UV ışınımına sahip bölgelere yayılmasıyla birlikte, deri rengindeki evrimsel değişiklikler hızlanmıştır. MC1R genindeki mutasyonlar, bu evrimsel sürecin bir parçası olarak, özellikle kuzey ve batı Avrupa gibi düşük UV ışınımına sahip coğrafyalarda açık deri renginin gelişimine zemin hazırlamıştır (Jablonski ve Chaplin, 2000; Harding ve ark., 2000). Düşük UV ışınımı koşullarında, cildin güneş ışığından daha fazla faydalanarak D vitamini üretimini artırabilmesi için açık deri rengi, evrimsel bir avantaj olarak ortaya çıkmıştır (Sturm ve Duffy, 2012). Bu mekanizma, açık tenin adaptif değerini ve düşük ışınımına sahip çevrelerde evrimsel seçimle nasıl belirginleştirdiğini açıklamaktadır.

Deri rengindeki farklılıklar, yalnızca estetik veya kültürel bir özellik değil, aynı zamanda insan popülasyonlarının çeşitli çevresel koşullara adaptasyonu sonucunda şekillenmiş evrimsel bir özelliktir. Bu bağlamda, MC1R gibi genetik unsurlar, insan biyolojik çeşitliliği ve adaptasyonlarının daha kapsamlı bir çerçevede incelenmesine imkân tanımakta ve bu süreçlerin genetik, çevresel ve tarihsel boyutlarını anlamamıza katkı sağlamaktadır (Rana ve ark., 1999). Antropolojik perspektiften değerlendirildiğinde, MC1R geni, insanın evrimsel tarihini, coğrafi yayılımını ve çevresel adaptasyonlarını anlamada kritik bir genetik belirteç olarak öne çıkmaktadır.

SLC24A5 Geninin İnsan Deri Rengi Çeşitliliğindeki Rolü

İnsan deri rengi, genetik ve evrimsel süreçlerin bir sonucu olarak büyük çeşitlilik gösterir. Bu çeşitlilik, melanin üretimini düzenleyen bir dizi genetik faktör tarafından şekillendirilir. Melanin üretiminde rol oynayan SLC24A5 ve SLC45A2 genleri, özellikle eumelanin üretimini artırarak daha koyu deri rengi gelişimini destekler. Bu genler, Avrupa kökenli popülasyonlar arasında yaygın olan açık ten özellikleriyle ilişkilidir. Liu ve arkadaşları (2012), MC1R, SLC24A5 ve SLC45A2 genlerinin melanin

sentezi ve dağılımındaki önemli rollerine dikkat çekmişlerdir. Bu genlerdeki varyasyonlar, farklı coğrafi bölgelerdeki ultraviyole (UV) ışınım seviyelerine uyum sağlama süreçleriyle ilişkilidir. Özellikle SLC24A5 geninin, deri pigmentasyonunda görev alan NCKX5 adlı bir proteini kodladığı bilinmektedir. NCKX5, melanositlerdeki melanozomların iyon dengesini düzenleyerek melanin üretiminde kritik bir rol oynar. Lamason ve arkadaşları (2005), SLC24A5 geninin Ala111Thr (A111T) varyantının açık ten rengi ile ilişkilendirildiğini ve bu varyantın özellikle Avrupa kökenli popülasyonlarda yüksek frekansa sahip olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, bu varyantın Batı Avrasya popülasyonlarında doğal seçimle sabitlendiği, bu nedenle açık deri renginin evrimine katkı sağladığı ortaya konmuştur (Norton ve arkadaşları, 2007; Rocha, 2020). Afrika popülasyonlarında ise genin orijinal formu daha yaygındır ve koyu ten renginin belirlenmesinde önemli bir rol oynar. Bu genetik farklılıklar, insanların Afrika'dan farklı coğrafyalara yayıldığı dönemde çevresel koşullara uyum sağlamalarının bir sonucu olarak evrimsel süreçlerle şekillenmiştir (Sturm ve Duffy, 2012).

KITLG Geninin Deri Rengi Çeşitliliğindeki Rolü

KITLG (Stem Cell Factor veya "Steel Factor" olarak da bilinen "KIT ligand" geni), insan deri rengi çeşitliliğinde önemli bir rol oynayan genetik faktörlerden biridir. Bu gen, melanositlerin gelişimi, hayatta kalması ve işlevinde kritik bir role sahiptir (Jablonski ve Chaplin, 2000). Melanositler, melanin pigmentini üreten hücrelerdir; bu nedenle KITLG'nin işlevi, deri renginin belirlenmesinde dolaylı olarak etkilidir. Miller ve arkadaşlarının 2007 yılı çalışması, KITLG genindeki varyantların açık deri renginin evriminde pozitif seçim altında olduğunu göstermiştir. Bu çalışmada, açık deri rengiyle ilişkili varyantların, genin promotor bölgesindeki düzenleyici bir değişiklikten kaynaklandığı belirtilmiştir. Stephens ve arkadaşları (2008), yapmış olduğu bir çalışmada bu genin melanositlerin sadece pigment üretimini değil, aynı zamanda hücre hareketliliğindeki rolünü de incelemiştir. Afrika dışına göç eden insan popülasyonlarında KITLG genindeki bazı varyantlar, açık deri renginin evrimi ile ilişkilendirilmiştir. Özellikle Avrupa ve Doğu Asya popülasyonlarında, bu genin bazı polimorfizmleri daha açık cilt rengine katkı sağlamıştır (Rocha, 2020).

TYR (Tirozinaz) geni

TYR (Tirozinaz) melanin biyosentezinde temel bir enzim olan tirozinazı kodlayarak saç, deri ve göz renginin oluşumunda anahtar bir işlev görür. Bu genin varyasyonları, pigmentasyon farklılıklarının yanı sıra albinizm gibi genetik pigmentasyon bozukluklarıyla ilişkilendirilmektedir. TYR'nin melanin üretimindeki biyokimyasal işlevi, insan biyolojik çeşitliliğinin anlaşılmasında ve çevresel adaptasyon süreçlerinin açıklanmasında önemli bir yer tutmaktadır (Kause ve ark., 2001).

TYR genindeki varyasyonlar, insan popülasyonlarının çevresel koşullara evrimsel adaptasyonlarını yansıtan genetik göstergelerdir. Özellikle düşük ultraviyole ışınımına sahip coğrafi bölgelerde, TYR geninin belirli varyantları, açık ten rengi ile ilişkilendirilerek D vitamini sentezinin optimize edilmesine katkı sağladığı düşünülmektedir. Bu adaptasyon, Avrupa ve Kuzey Asya gibi bölgelerde yaygın olan açık ten özelliklerini açıklamaktadır (Iozumi ve ark., 1993). Bununla birlikte, yüksek UV ışınımı altında, koyu ten rengi, cilt kanseri riskini azaltma ve folat seviyelerini koruma açısından adaptif avantajlar sunmaktadır. TYR genindeki varyasyonlar, MC1R ve SLC24A5 gibi diğer pigmentasyon genleriyle etkileşim içinde çalışarak melanin üretimi ve dağılımını düzenler, bu da pigmentasyonun karmaşık ve dinamik bir biyolojik süreç olarak işleyişini sağlar (Murisier, Beermann, 2006). Bunun yanı sıra, TYR geninin evrimsel adaptasyonları yalnızca genetik değişikliklerle sınırlı kalmamış, aynı zamanda kültürel ve davranışsal faktörler de bu süreçleri desteklemiştir (Kause ve ark., 2001; Lamason ve ark., 2005). Kıyafet kullanımından, barınma düzenlemelerine kadar çeşitli kültürel adaptasyonlar, çevresel koşullara uyum sağlama da genetik varyasyonların etkinliğini artırmış ve insan popülasyonlarının farklı coğrafyalarda başarılı bir şekilde hayatta kalmasına katkı sağlamıştır. Bu bağlamda, TYR'nin evrimsel rolü, insan biyolojik çeşitliliğini ve adaptasyonlarını daha kapsamlı bir şekilde anlamamıza olanak tanımaktadır.

Deri, Saç ve Göz Renginin Coğrafi Dağılımı

Saç, göz ve deri pigmentasyonu, insan fenotipik varyasyonunun en görünür örneklerinden biridir ve geniş bir normal aralığa sahiptir, bu da coğrafi farklılıklarla önemli ölçüde değişir. Bu varyasyon, bireylerin yaşlarıyla birlikte ortaya çıkan değişimlerden coğrafi dağılımdaki farklılıklara kadar çok yönlü bir inceleme alanı sunmaktadır. Yaşa bağlı değişimler açısından, saç rengi genellikle yaşamın erken dönemlerinde daha açıkken yaş ilerledikçe koyulaşma eğilimi gösterir (Robins, 1991). Bu durum, özellikle ergenlik döneminde daha belirgin olup hormonal değişimlerle ilişkilendirilmektedir (Brues, 1977). Bazı bireylerde, çocukluk dönemindeki saç renginin yetişkinlikte gözlemlenen saç rengine göre daha açık olduğu dikkati çekmektedir. Bu fenomene en iyi örnek, bazı Avustralya Yerlisi çocuklarında görülen sarımsı saçların, yetişkinlik döneminde yerini koyu tonlara bırakmasıdır. Öte yandan, yaşlanma süreciyle birlikte saç renginde yeniden bir açılma meydana gelebilir. Bu durum, pigmentli ve pigment içermeyen (beyaz) saç tellerinin karışımıyla ortaya çıkan gri tonlarla kendini göstermektedir.

Coğrafi açıdan değerlendirildiğinde, Avrupa dışındaki popülasyonlarda genellikle daha koyu saç renkleri baskın durumdadır. Kuzeybatı Avrupa, sarı saçın en yüksek sıklıkta görüldüğü bölge olarak öne çıkmaktadır. Coğrafi mikro varyasyonlar da dikkate değerlidir; örneğin, İtalya'nın kuzey-

yine doğru ilerledikçe sarı saç görölme oranında belirgin bir artış olduğu bildirilmiştir. Kızıl saç ise büyük ölçüde Avrupa'ya özgü bir özellik olup, İskoçya ve Galler gibi bölgelerde en yüksek sıklıkta görölmektedir (Little ve Wolff, 1981). Bu saç rengi, MC1R genindeki özel mutasyonlarla ilişkilendirilmektedir (Rees ve Flanagan, 1999). Bu coğrafi dağılımların nedenlerine dair kesin bir açıklama bulunmamakla birlikte, çeşitli hipotezler öne sürülmüştür. Bazı araştırmacılar, koyu saç renginin sıcak iklimlerde adaptif bir avantaj sağladığını ve koyu saçların artan ısı emme kapasitesiyle ilişkilendirilebileceğini savunmaktadır. Saç, genellikle yalıtkan bir işlev gördüğünden, koyu saç renginin sıcak iklimlerde ısıyı emip yayarak potansiyel bir termal denge sağladığı düşünülmektedir (Mielke ve ark., 2006). Ancak bu hipotez henüz doğrulanmamıştır ve doğruluğu kabul edilse bile, Avrupa'daki açık saç renklerinin daha yüksek sıklığını açıklayamamaktadır. Alternatif bir açıklama, soğuk iklimlerde koyu saç renginin gerekliliğinin azalması ve genetik sürüklenme yoluyla diğer saç tonlarının sıklığının artmasıdır. Saç rengi ile göz rengi arasındaki genetik ve pigmentasyon temelli ilişkiler, yalnızca bireysel farklılıkları açıklamakla kalmayıp, aynı zamanda göz renginin coğrafi dağılımında gözlemlenen çeşitliliğin anlaşılmasına da katkı sağlamaktadır.

Göz rengi, büyük ölçüde iris ön tabakası ve stroma katmanındaki melanin miktarı tarafından belirlenmektedir. Melanin yoğunluğunun yüksek olduğu durumlarda göz rengi kahverengi veya koyu kahverengi olarak görülür. Buna karşılık, mavi gözlerin oluşumu mavi pigmentin varlığına değil, melanin eksikliği ile ışığın optik saçılmasının bir sonucuna dayanmaktadır. Melanin miktarının az olduğu durumlarda, ışığın daha kısa dalga boylarındaki mavi ışığı saçılması, gökyüzünün mavi algılanmasına benzer bir mekanizma ile mavi göz rengini ortaya çıkarır. Ela ve yeşil gibi ara tonlar, melanin miktarı ile optik saçılma arasındaki bir dengeyi yansıtır. Ayrıca, heterokromi olarak adlandırılan ve her iki gözde farklı renklerin görülmesiyle karakterize edilen durumlar da mevcuttur. Bu durumun kadınlar arasında daha yaygın olduğuna dair bulgular, cinsiyete bağlı etkiler olabileceğini düşündürmektedir. Göz rengi, cilt ve saç rengi ile yüksek düzeyde korelasyon göstermektedir; bu da pigmentasyon süreçlerine bağlı pleiotropik etkilerin varlığını işaret etmektedir. Örneğin, kızıl saçlı bireylerde açık renkli gözlere sahip olanların genellikle açık renkli saç ve cilt tonuna sahip olduğu rapor edilmiştir (Little ve Wolff, 1981). Yeni doğan bebekler genellikle mavi ya da menekşe-mavi gözlere sahiptir; ancak bu renk, yaşla birlikte melanin üretiminin artması sonucu genellikle koyulaşır. Menekşe-mavi gözlere sahip bebeklerin büyük bir kısmı ilerleyen süreçte kahverengi göz rengine sahip olmaktadır. Bazı çalışmalar, göz renginin yalnızca erken çocukluk döneminde değil, yaşamın ilerleyen safhalarında da koyulaşabileceğini ortaya koymuştur (Robins, 1991). Açık renkli gözler

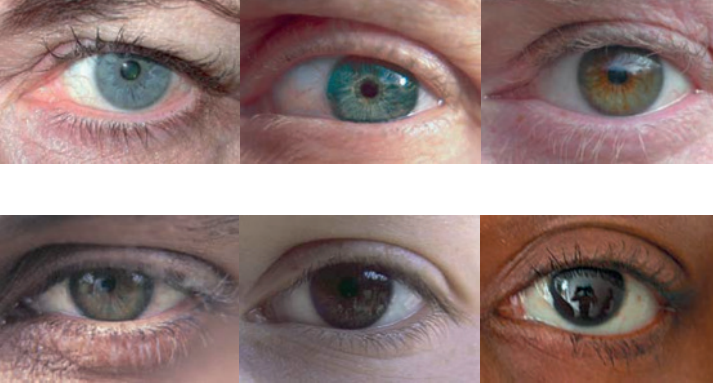
dünya genelinde sınırlı bir dağılıma sahiptir ve çoğunlukla belirli Avrupa popülasyonlarında yüksek sıklıkla görülür (Mielke ve ark., 2006). Bu coğrafi dağılımın nedenleri tam olarak anlaşılamamıştır. Açık renkli gözlerin yaygınlığı, muhtemelen açık tenli popülasyonlarda genel pigmentasyon seviyesinin daha düşük olmasını yansıtmaktadır. Bununla birlikte, açık renkli gözlerin farklı bir doğal seçim sürecinden geçmiş olabileceği ileri sürülmüştür. Örneğin, bir hipotez, mavi ve diğer açık renkli gözlerin kısa dalga boylarını algılama yeteneğinin daha gelişmiş olduğunu ve bunun, buzul dönemi Avrupa'sındaki sisli koşullarda avcılık ve toplayıcılık yapan erken insan toplulukları için adaptif bir avantaj sağladığını öne sürmüştür. Ancak bu hipotez test edilmiş ve açık renkli gözlerin görsel algılama açısından bir üstünlüğe sahip olmadığı gösterilmiştir (Robins, 1991).

Göz rengi, çok sayıda genin etkileşimi ile belirlenen poligenetik bir özelliktir ve bu durum, göz rengindeki çeşitliliğin sürekli bir varyasyon gösterdiğini anlamamıza yardımcı olur. Göz rengi, bireyler arasında geniş bir spektrumda değişkenlik gösterir ve bu varyasyon, esas olarak iris tabakasındaki melanin miktarına bağlıdır. Melanin, gözlerle renk veren pigmenttir ve bu pigmentin farklı seviyeleri, kahverengi, mavi, yeşil ve ela gibi farklı göz renklerinin oluşmasına yol açar (Sturm, 2009).

Göz rengi, yalnızca tek bir genin etkisiyle belirlenmeyip, birden fazla genin etkileşimi sonucunda şekillenir. Bu nedenle, göz rengindeki farklı tonlar, genetik faktörlerin kombinasyonu ile ortaya çıkar ve bu durum, göz renginin süreklilik arz eden bir varyasyonunu yansıtır. Örneğin, bir kişi mavi gözlerle sahipken, diğer bir kişi kahverengi gözlerle sahip olabilir; ancak her iki birey arasındaki göz rengi tonu, genetik faktörlerin farklı birleşimleriyle değişkenlik gösterir (Liu ve ark., 2015). Bu sürekli varyasyon, aynı zamanda popülasyonlar arasında coğrafi dağılım farklılıkları yaratmaktadır. Bazı bölgelerde açık renkli gözler daha yaygınken, diğer bölgelerde koyu renkli gözler daha baskındır. Bu çeşitlilik, yalnızca genetik faktörlerin bir sonucu değil, çevresel ve evrimsel etkilerin de bir sonucudur. Dolayısıyla, göz rengi hem genetik çeşitliliği hem de evrimsel adaptasyon süreçlerini yansıtan önemli bir biyolojik özelliktir (Barton ve ark., 2004).

Pigmentasyonu söz konusu olduğunda, bireylerin ekvatoran uzaklaştıkça daha açık pigmentasyona sahip olma eğiliminde oldukları görülmektedir. Buna karşın, insan göz ve saç rengindeki varyasyonun çoğu, Avrupa kökenli bireyler arasında bulunur; diğer çoğu insan popülasyonu ise kahverengi gözler ve siyah saçla sabittir (Sulem ve ark., 2007). İnsan dokusunda pigmentasyon, melanosomların sayısına, türüne ve hücresel dağılımına bağlıdır (melanositler tarafından üretilip, ışığı emen melanin polimerini depolayan alt hücresel bölmeler). Bireyler arasındaki pigmentasyon varyasyonunun, üretilen melanosom sayısını, sentezlenen melaninin türünü (kahverengi-siyah renkli eumelanin veya kırmızı-sarı renkli fe-

omelanin) ve melanosomların boyutunu ve şeklini etkileyen biyokimyasal farklardan kaynaklandığı düşünülmektedir (Box ve Draper, 2007).



Şekil:1 Göz rengi, poligenetik bir özellik olup, sürekli varyasyonun önemli bir örneğini oluşturur (Lewis ve ark., 2013).

Dünya genelindeki insan deri rengi farklılıklarının temelinde, evrimsel süreçler ve çevresel etmenler yer almaktadır. İnsanların deri pigmentasyonu, çeşitli faktörlerin etkisiyle evrimsel olarak şekillenmiştir. Bu süreçlerin temelinde, UV ışınlarının etkilerine karşı doğal seleksiyon yer almaktadır. Farklı enlemlerdeki insanlar ve diğer primatlar arasındaki karşılaştırmalar, insan evriminin son 6 milyon yılı içinde önemli değişimlerin yaşandığını göstermektedir. Günümüzdeki primatların çoğunun derisi, sadece tüyle kaplı olmayan bölgelerinde pigmentlidir; bu durum, atalarımızın derisinin pigmentasyonsuz olduğu ilkel bir özelliktir. İnsan evrimindeki en yakın modelimiz, şempanzelerdir. Şempanzeler, hafif pigmentli bir deriye ve koyu tüylere sahiptir (Wrangham ve Pilbeam, 2001). Erken Homo atalarına, vücut kılları kaybedildikten sonra UV ışınlarının zararlı etkilerinden korunmak amacıyla şempanzeden daha koyu bir pigmentasyona sahip oldukları düşünülmektedir. Bu hipoteze göre, koyu deri türemiş bir özellik olarak kabul edilir ve melanın içeriğini şempanzeye göre arttıran lokuslarda türemiş allellerin koyu deri ile ilişkili olması beklenir. Ancak türemiş alleller, insan-şempanze deri rengi farklılaşmasında yer almayan lokuslarda da daha düşük melanın içeriği ile ilişkilendirilebilir (Quillen ve ark., 2019).

Homindirlerin tropik savanalara uyum sağlamaya başlamasıyla, vücut tüylerinin yoğunluğunda azalma ve ter bezlerinin sayısının artması beklenmiştir. Bu değişimlerin, sıcaklık stresine karşı en iyi şekilde uyum sağlamak amacıyla geliştiği düşünülmektedir. Vücutta tüylerin azalması, insanların daha “çıplak” bir deriye sahip olmasına yol açmıştır. Bu “çıplak” deri, aynı zamanda terlemenin daha verimli olmasını sağlar, çünkü

terlemeden vücut ısısının düzenlenmesi önemli bir hayatta kalma mekanizmasıdır (Robinson, 2007). Ancak, çıplak derinin UV ışınlarına karşı daha az koruyucu olması, pigmentasyonun evrimsel bir avantaj sağlamasına yol açmıştır. UV ışınları, ciltte DNA hasarına neden olabilir ve bu da deri kanseri riskini artırır. Bu yüzden, UV ışınlarının yoğun olduğu bölgelerde yaşayan atalarımızın derileri, UV ışınlarının zararlı etkilerine karşı bir yanıt olarak koyulaşmıştır. Melanin pigmenti, ciltte bu korumayı sağlayan temel faktörlerden biridir. Melanin, UV ışınlarını emerek cilt hücrelerini hasardan korur. Bu nedenle, ekvatora yakın bölgelerde yaşayan insanların derisi daha koyu, daha uzak bölgelerde yaşayanların ise daha açık olmuştur. Bu, UV ışığının yoğunluğuna karşı bir evrimsel adaptasyon olarak açıklanabilir (Jablonski ve Chaplin, 2000; Relethford, 2002). Bu evrimsel süreç, insanların Afrika'dan çıkışı ile daha da belirginleşmiştir; çünkü farklı coğrafi bölgelerdeki güneş ışığına maruz kalma düzeyleri, cilt renginin evrimsel adaptasyonlarını şekillendiren önemli bir faktör olmuştur. Yaklaşık 2 milyon yıl öncesine kadar, tüm hominidlerin Afrika'da yaşadığı ve muhtemelen koyu deriye sahip olduğu düşünülmektedir. Erken insanlar, Asya ve Avrupa'nın bazı bölgelerine yayıldıkça, daha düşük UV ışımına maruz kalan kuzey enlemlerine doğru hareket etmişlerdir. Bu hareketlilik, insanların cilt rengindeki evrimsel değişimlere yol açmıştır (Mielke ve ark., 2016). Günümüzdeki insan cilt rengi dağılımı, ekvatordan uzaklaştıkça popülasyonların cilt renginin giderek daha açık hale geldiğini göstermektedir. Bu gözlemler, iki temel soruyu gündeme getirmektedir: Koyu deri, özellikle ekvator yakınlarında neden daha avantajlıdır? Neden ekvatordan uzaklaştıkça deri rengi açılmıştır?

Ekvator da veya ekvator yakınlarında yaşayan insan popülasyonlarında koyu derinin evrimi, birkaç farklı modelle açıklanmıştır. Bu modellerin ortak noktası, bu bölgelerdeki yüksek ultraviyole ışını yoğunluğunun, koyu cilt pigmentasyonunun evrimsel gelişiminde önemli bir rol oynadığıdır. Koyu deri, özellikle UV ışınlarının zararlı etkilerine karşı bir koruma sağlayan doğal bir "güneş kremi" işlevi görür (Jablonski ve Chaplin, 2003; Relethford, 2002; Jablonski, 2013). Bu model, melanin üretiminin, UV ışınlarının cilt hücrelerine verdiği DNA hasarını azaltmak için evrimsel bir yanıt olarak şekillendiğini öne sürer. Melanin, UV ışınlarını emerek bu ışınların ciltteki hücrelere zarar vermesini engeller. Bu mekanizma, kanser ve diğer deri hastalıklarının riskini azaltmada önemli bir rol oynar (Jablonski ve Chaplin, 2017). Bunun yanı sıra, melanin, folat (B9 vitamini) gibi üreme sağlığı için önemli olan besinlerin UV ışınları tarafından zarar görmesini engelleyerek, doğurganlıkla doğrudan ilişkilidir. UV ışınları, folatın bozulmasına yol açabilir, bu da gebelikte gelişimsel sorunlara ve düşük gibi olumsuz sonuçlara neden olabilir (Yamaguchi ve ark., 2006). Bu bağlamda, koyu deri, yalnızca UV ışınlarının zararlı etkilerine karşı

bir koruma sağlamakla kalmaz, aynı zamanda üreme sağlığını destekleyen besinlerin korunmasında da önemli bir rol oynar. Böylece, koyu cilt pigmentasyonu, ekvatorial bölgelerdeki insan popülasyonları için çevresel baskılarla evrimsel bir uyum olarak ortaya çıkmıştır. Koyu derinin bu işlevi, UV ışınlarının yoğun olduğu bölgelerde insanların sağlıklı üremelerini sürdürebilmeleri için evrimsel olarak gelişmiştir (Robinson, 2007; Jablonski ve Chaplin, 2017). Bu durum, çevresel faktörlerin, özellikle de güneş ışığının, insan derisi renginin evrimsel gelişiminde ne denli önemli bir rol oynadığını gösteren önemli bir örnektir.

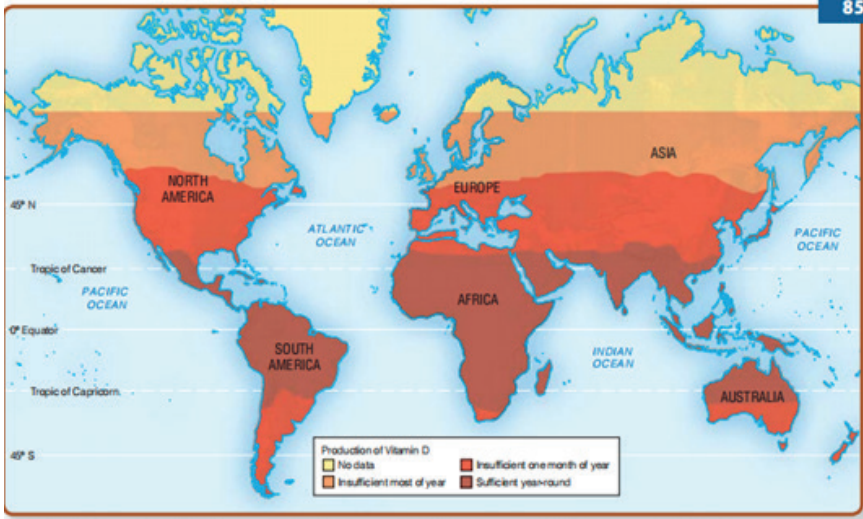
Vitamin D: Evrimsel ve Biyolojik Önemi

Vitamin D, hem hormon hem de vitamin olarak sınıflandırılır ve vücutta birçok kritik işlevi yerine getirir. Eksikliği, özellikle çocukluk döneminde raşitizm gibi ciddi sonuçlara yol açabilir. Raşitizm, kemiklerin düzgün şekilde gelişmemesiyle ilişkilidir ve pelvis deformiteleri gibi sorunlara neden olabilir. Bu durum, kadınlarda doğum sırasında hayati riskler oluşturabilecek komplikasyonlara zemin hazırlar (Lucock ve ark., 2021). Vitamin D3, büyüme, kalsiyum emilimi ve iskelet sisteminin gelişimi için elzemdir. Eksikliği, hareket kabiliyetinin kaybı, doğum komplikasyonları ve ölüm gibi ciddi sonuçlar doğurabilir (Jablonski ve Chaplin, 2000; 2009).

Vitamin D'nin sentezi, vücudun UV ışınlarına maruz kalmasıyla başlar. UV ışınları, deride bulunan kolesterole benzer bir maddeyle etkileşime girerek vitamin D üretimini başlatır. Bunun dışında, D vitamini karaciğer, balık yağı, yumurta sarısı, tereyağı ve krema gibi gıdalarda da bulunur. Vücuttaki bu vitamin, kemiklerin mineralleşmesi ve sağlıklı büyümesi için hayati öneme sahiptir. Ancak yeterli UV ışınına maruz kalmayan bireylerde, özellikle çocuklarda, raşitizm riski önemli ölçüde artar. Raşitizm sonucu bacak kemiklerinde eğrilmeler ve pelvik deformasyonlar meydana gelir. Bu durum, evrimsel süreçte UV ışını maruziyetinin ve ten renginin insan sağlığı üzerindeki etkilerini anlamak için önemli bir bağlam sunar. Melanin miktarındaki artış, UV ışınlarının deriye girişini kısıtlar ve dolayısıyla previtamin D3 sentezi için gereken süreyi uzatır. Melanin, koyu tenli bireylerde güneş ışığının zararlı etkilerine karşı koruma sağlarken, aynı zamanda vitamin D sentezini sınırlayarak, güneş ışığına daha az maruz kalan bölgelerde bir dezavantaj oluşturur. Bu durum, özellikle kuzey enlemlerinde yaşayan koyu tenli bireyler için belirgin hale gelmiştir. Tarihsel süreçte, azalan UV ışığı seviyeleri ve artan giysi kullanımı, koyu tenli bireylerin vitamin D sentezi kapasitesini olumsuz yönde etkilemiş ve bu bölgelerde açık ten renginin seçilimsel bir avantaj oluşturmasına yol açmıştır (Loomis, 1967; Holick ve ark., 1981; Clemens ve ark., 1982). 19. yüzyılın sonlarında, ABD'nin kuzey şehirlerinde yaşayan Afrikalı Amerikalılar, beyazlara kıyasla daha yüksek raşitizm oranlarına sahipti. Bu durum, sütlere vitamin D eklenmesiyle büyük ölçüde çözülmüştür. Benzer

şekilde, Britanya’da daha koyu tenli Doğu Hindistanlılar ve Pakistanlılar arasında raşitizm oranları, daha açık tenli bireylere kıyasla daha yüksek olarak tespit edilmiştir (Molnar, 1983). Bu örnekler, UV ışınına maruz kalmanın ve ten renginin, vitamin D sentezi üzerindeki belirleyici etkilerini göstermektedir (Şekil 1).

Jablonski ve Chaplin (2000), farklı ten renklerine sahip bireylerde, yıllık ortalama UV ışını seviyelerine dayanarak vitamin D sentezleme potansiyelini analiz etmişlerdir. Araştırma sonuçları, kuzey enlemlerindeki vitamin D sentezi ihtiyacının, tropikal bölgelerde UV ışınlarından korunma gereksinimi kadar önemli bir doğal seçim faktörü olduğunu ortaya koymuştur. Araştırmacılar, açık ten renginin, kuzey bölgelerdeki düşük UV ışığı koşullarına bir adaptasyon olduğunu savunmaktadır. Bu teoriyi destekleyen tarihsel ve çağdaş kanıtlar, vitamin D’nin insan evrimindeki hayati rolünü açıkça ortaya koymaktadır (Jablonski ve Chaplin, 2000; Mielke, 2006).



Şekil:2 Deri renginin coğrafik dağılımı (Jablonski ve Chaplin, 2000;2003).

Tropikal bölgelere özgü popülasyonlar (kahverengi şerit), yıl boyunca yeterli miktarda UV ışını alarak vitamin D sentezini sürdürebilir. Orta derecede pigmentli ten rengine sahip bireylerin yaşadığı bölgeler (koyu turuncu şerit), yılda yalnızca bir ay boyunca vitamin D sentezi için yeterli UV ışığı almaz. Buna karşılık, açık tenli bireylerin bile yılın büyük bir kısmında vitamin D sentezi için yeterli UV ışığını alamadığı bölgeler (açık turuncu şerit) bulunmaktadır. Bu sınıflandırma, Jablonski ve Chaplin’in (2000, 2003) çalışmalarından uyarlanmıştır.

SONUÇ

İnsan deri rengi, genetik faktörlerin ve çevresel etmenlerin etkileşimiyle şekillenen karmaşık bir özelliktir. Bu özellik, insan evriminde önemli bir rol oynamış ve farklı coğrafyalara yayılan insan popülasyonlarının çevresel koşullara adaptasyonunu yansıtmaktadır. Deri rengi, temelde melanin üretimi ve dağılımına bağlıdır. Melanin, cildin ultraviyole (UV) ışınlarına karşı korunmasını sağlar ve insanların farklı iklimlerde hayatta kalabilme becerisinin bir sonucu olarak evrimleşmiştir. Ancak, deri rengindeki farklılıkların yalnızca estetik ya da kültürel bir özellik olmanın ötesinde, aynı zamanda evrimsel adaptasyonlar olarak şekillendiği anlaşılmaktadır. İnsanların Afrika'dan çıkışı ve farklı coğrafyalarda yaşamaya başlaması, deri rengindeki evrimsel değişikliklerin temel nedenlerinden birini oluşturmuştur. *Homo sapiens*, yaklaşık 60.000 yıl önce Afrika'dan çıkmış ve farklı coğrafyalarda çevresel koşullara uyum sağlamak amacıyla evrimsel değişiklikler geçirmiştir. Bu göç süreci, insanların UV ışını seviyelerinin farklı olduğu bölgelere yayılmalarıyla birlikte, deri rengindeki evrimsel değişimlerin de hızlanmasına yol açmıştır. Ekvatorial bölgelerde yoğun UV ışınına maruz kalan bireyler, melanin üretiminde artış yaşayarak koyu deri rengi geliştirmiştir. Koyu ten, UV ışınlarının etkilerini azaltarak cilt kanseri riskini düşürürken, folatın korunmasına yardımcı olur. Öte yandan, daha soğuk iklimler ve düşük UV ışını seviyelerine sahip bölgelerde, açık ten rengi evrimsel olarak avantajlı hale gelmiştir. Açık ten, güneş ışığından daha fazla faydalanarak vücudun D vitamini üretimini optimize eder. Bu adaptasyon, soğuk bölgelerde hayatta kalmak için gerekli biyolojik değişikliklerin bir parçasıdır. MC1R, TYR ve SLC24A5 gibi genetik faktörler, bu evrimsel adaptasyonların moleküler düzeydeki temelini oluşturur. Bu genlerin varyasyonları, özellikle cilt rengindeki farklılıkların coğrafi yayılımını ve insan popülasyonlarının çevresel koşullara nasıl uyum sağladığını anlamamıza yardımcı olmaktadır.

İnsanların Afrika'dan dışarı çıkıp, farklı iklim bölgelerinde yerleşmesi, genetik işaretleyiciler ve fizyolojik özelliklerin evrimsel bir süreçle şekillendiğini göstermektedir. Afrika'da koyu tenin evrimsel olarak avantaj sağladığı koşullar, insanların ekvatorial bölgelerde ultraviyole ışınlarına daha fazla maruz kalmasıyla ilgilidir. Ancak, daha kuzeyde ve güneyde yerleşen insan gruplarında, düşük UV ışını seviyeleri nedeniyle daha açık ten rengi evrimleşmiştir. Bu evrimsel değişiklikler, aynı zamanda insanların D vitamini üretimini artırarak hayatta kalma şanslarını yükseltmiştir.

Sonuç olarak, insan deri rengi ve pigmentasyonu, çevresel faktörlere karşı evrimsel bir uyumun göstergesidir. Bu adaptasyon süreci, insan biyolojik çeşitliliğinin ve evrimsel tarihinin temel taşlarından birini oluşturur. İnsanların Afrika'dan çıkış süreci ve farklı coğrafyalarda yerleşmeleri, deri rengindeki çeşitliliğin evrimsel bir yanıt olarak nasıl şekillendiğini

anlamamıza olanak tanımaktadır. Genetik faktörler, bu evrimsel adaptasyonların temelini atmakta ve insan popülasyonlarının çevresel koşullara nasıl uyum sağladıklarını anlamamıza yardımcı olmaktadır. Antropolojik bir perspektiften bakıldığında ise, insan deri rengindeki farklılıklar biyolojik çeşitliliğin bir göstergesi olmanın ötesinde, evrimsel adaptasyonların ve çevresel faktörlerin bir yansımasıdır.

Kaynakça

- Barton, N. H., et al. (2004). *Evolutionary biology of the human eye color*. *Nature Reviews Genetics*, 5(7), 569-573.
- Beall, C. M., & Steegmann, A. T. (2000). Human adaptation to climate: Temperature, ultraviolet radiation, and altitude. In S. Stinson, B. Bogin, R. Huss-Ashmore, & D. O'Rourke (Eds.), *Human biology: An evolutionary and biocultural perspective* (pp. 163–224). John Wiley & Sons.
- Berns, H. M., Watkins-Chow, D. E., Lu, S., Louphrasitthiphol, P., Zhang, T., Brown, K. M., Moura-Alves, P., Goding, C. R., & Pavan, W. J. (2024). Single-cell profiling of MC1R-inhibited melanocytes. *Pigment Cell & Melanoma Research*, 37(2), 291-308. <https://doi.org/10.1111/pcmr.13141>. Epub 2023 Nov 16. PMID: 37972124.
- Box, G. E. P., & Draper, N. R. (2007). *Empirical Model-Building and Response Surfaces*. Wiley-Interscience.
- Chaplin, G., Jablonski, N. G. (2009). Vitamin D and the evolution of human depigmentation. *American Journal of Physical Anthropology*, 139(4), 451–461. <https://doi.org/10.1002/ajpa.21079>.
- Harding, R. M., Healy, E., Ray, A. J., Ellis, N. S., Flanagan, N., Todd, C., ... & Rees, J. L. (2000). Evidence for variable selective pressures at MC1R. *The American Journal of Human Genetics*, 66(4), 1351-1361.
- Holliday, T. W. (1981). Evolution of human skin color and its relationship to the production of vitamin D. *Human Biology*, 53 (4), 506–512.
- Iozumi, K., Hoganson, G. E., Pennella, R., Everett, M. A., & Fuller, B. B. (1993). Role of tyrosinase as the determinant of pigmentation in cultured human melanocytes. *Journal of Investigative Dermatology*, 100(6), 806–811. <https://doi.org/10.1111/1523-1747.ep12476630>.
- Jablonski, N. G., Chaplin, G. (2000). The evolution of human skin coloration. *Annual Review of Anthropology*, 29, 39–61. <https://doi.org/10.1146/annurev.anthro.29.1.39>.
- Jablonski, N. G., Chaplin, G. (2003). *Skin deep*. Scientific American-American Edition-, 289, 72-79.
- Jablonski, N. G. (2013). *Skin: A natural history*. Berkeley: University of California Press.
- Jablonski, N. G., & Chaplin, G. (2017). The colours of humanity: The evolution of pigmentation in the human lineage. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 372(1724), 20160349. <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0349>.
- Kause, S., et al. (2001). Genetic control of pigmentation in humans: TYR and related pathways. *Trends in Genetics*, 17(12), 585-591.

- Klass, M., Hellman, H. (1971). *The kinds of mankind: An introduction to race and racism*. New York: Knopf.
- Lao, O., de Gruijter, J. M., van Duijn, K., Navarro, A., & Kayser, M. (2007). Signatures of positive selection in genes associated with human skin pigmentation as revealed from analyses of single nucleotide polymorphisms. *Molecular Biology and Evolution*, 24(4), 710–722. <https://doi.org/10.1093/molbev/msl203>.
- Lamason, R. L., Mohideen, M.-A. P. K., Mest, J. R., Wong, A. C., Norton, H. L., Aros, M. C., Jiang, L. P., ... & Fisher, D. E. (2005). SLC24A5, a putative cation exchanger, affects pigmentation in zebrafish and humans. *Science*, 310 (5755), 1782–1786. <https://doi.org/10.1126/science.1116238>.
- Lewis, B., Jurmain, R., & Kilgore, L. (2013). *Understanding humans: Introduction to physical anthropology and archaeology* (11th ed.). Cengage Learning.
- Little, M. A., & Wolff, M. E. (1981). Skin and hair reflectances in women with red hair. *Annals of Human Biology*, 8(3), 231–241.
- Liu, F., et al. (2015). Genetic association studies of eye color. *Science*, 123(4), 78-85.
- Liu, F., van der Lijn, F., Schurmann, C., Zhu, G., Chakravarty, M. M., & et al. (2012). A genomewide association study identifies five loci influencing facial morphology in Europeans. *PLoS Genetics*, 8(10), e1002932. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1002932>.
- Loomis, W. F. (1967). Skin-pigment regulation of photosynthesis of vitamin D. *Science*, 157 (3796), 501–506.
- Lucock, M. D., Jones, P. R., Veysey, M., Thota, R., Garg, M., Furst, J., Martin, C., Yates, Z., Scarlett, C. J., Jablonski, N. G., Chaplin, G., & Beckett, E. L. (2021). Biophysical evidence to support and extend the vitamin D–folate hypothesis as a paradigm for the evolution of human skin pigmentation. *American Journal of Human Biology*, 33(6), e23667. <https://doi.org/10.1002/ajhb.23667>.
- Marks, J. (1995). The anthropology of race: Genes, biology, and culture. *American Anthropologist*, 97(3), 562–576. <https://doi.org/10.1525/aa.1995.97.3.02a00090>.
- Mielke, J. H. (2006). *Pigmentation*. In Human biological variation (pp. 280–290). Oxford University Press.
- Miller, C. T., Beleza, S., Tishkoff, S. A. (2007). Positive selection of KITLG polymorphisms in human populations. *Journal of Human Evolution*, 53(3), 317–327.
- Murisier, F., & Beermann, F. (2006). Genetics of pigment cells: Lessons from the tyrosinase gene family. *Histology and Histopathology*, 21 (5), 567–578. <https://doi.org/10.14670/HH-21.567>.

- Myles, S., Somel, M., Tang, K., Kelso, J., Stoneking, M. (2007). Identifying genes underlying skin pigmentation differences among human populations. *Human Genetics*, 120(5), 613–621. <https://doi.org/10.1007/s00439-006-0256-6>.
- Norton, H. L., Kittles, R. A., Parra, E. J., McKeigue, P., Mao, X., Cheng, K., ..., & Shriver, M. D. (2007). Genetic evidence for the convergent evolution of light skin in Europeans and East Asians. *Molecular Biology and Evolution*, 24(3), 710–722. <https://doi.org/10.1093/molbev/msl203>
- Oetting, W. S., & King, R. A. (1999). Molecular basis of albinism: Mutations and polymorphisms of pigmentation genes associated with albinism. *Human Mutation*, 13(2), 99-115.
- Parra, E. J. (2007). Human pigmentation variation: Evolution, genetic basis, and implications for public health. *American Journal of Physical Anthropology*, 134(S45), 85–105.
- Rana, B. K., et al. (1999). High polymorphism at the human melanocortin 1 receptor locus. *Genetics*, 151(4), 1547-1557.
- Rees, J. L., & Flanagan, N. (1999). Pigmentation, melanocortins, and red hair. *Quarterly Journal of Medicine*, 92(3), 125–131.
- Rees, J. L. (2003). *The genetics of human skin colour*. Annual Review of Genetics, 37, 67-90.
- Relethford, J. H. (1997). Hemispheric difference in human skin color. *American Journal of Physical Anthropology*, 104 (4), 449–457.
- Relethford, J. H. (2009). *The human species: An introduction to biological anthropology*. McGraw-Hill.
- Robins, A. H. (1991). *Biological perspectives on human pigmentation*. Cambridge University Press.
- Robinson, W. P. (2007). Geographic variation in human skin color and its relationship to ultraviolet radiation. *American Journal of Physical Anthropology*, 133(2), 144–154.
- Rocha, J. (2020). The evolutionary history of human skin pigmentation. *Journal of Molecular Evolution*, 88(1), 77–87. <https://doi.org/10.1007/s00239-019-09902-7>.
- Relethford, J. H. (2002). *The human species: An introduction to biological anthropology* (6th ed.). McGraw-Hill.
- Sturm, R. A. (2009). *Molecular genetics of human pigmentation diversity*. Human Molecular Genetics, 18(3), 137–144.
- Sturm, R. A., Duffy, D. L. (2012). Human pigmentation genes under environmental selection. *Genome Biology*, 13(9), 248. <https://doi.org/10.1186/gb-2012-13-9-248>.
- Sulem, P., Gudbjartsson, D., Stacey, S. et al. Genetic determinants of hair, eye and

- skin pigmentation in Europeans. *Nat Genet* 39, 1443–1452 (2007). <https://doi.org/10.1038/ng.2007.13>.
- Quevedo, W. C., & Holstein, T. J. (2006). General biology of mammalian pigmentation. In *The pigimentary system: Physiology and pathophysiology* (pp. 61–90).
- Quillen, E. E., Smith, A. L., Doe, J. R. (2019). Genetic variation and environmental adaptation: Skin pigmentation in human populations. *Journal of Human Evolution*, 58 (4), 123–145. <https://doi.org/10.1000/jhe.2019.012345>.
- Wade, P. (2010). *Race and ethnicity in Latin America* (2nd ed.). Routledge.
- Wrangham, R. W., Pilbeam, D. (2001). The evolution of human skin color: Its adaptive significance and the implications for human evolution. In *The evolution of human sexuality*, 169–182.
- Yamaguchi, Y., et al. (2006). Human skin responses to UV radiation: Pigment in the upper epidermis protects against DNA damage in the lower epidermis and facilitates apoptosis. *FASEB Journal*, 20, 1486–1488.
- UNESCO. (1964). *Four statements on the race question*. UNESCO Publishing.
- UNESCO. (2023). *Addressing discrimination, racism, and xenophobia*. Available at unesdoc.unesco.org.
- 1000 Genomes Project Consortium. (2000). A global reference for human genetic variation. *Nature*, 526(7571), 68–74. <https://doi.org/10.1038/nature15393>



BÖLÜM 3

DENTAL VARYASYONLAR VE POPÜLASYONLARDAKİ GÖRÜLME SIKLIKLARI

Cansev MEŞE YAVUZ¹, Sena Nur GEZİCİ²

1 Doç. Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Antropoloji Bölümü, Van, Türkiye, cansevmese@yyu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-8079-1230

2 Yüksek Lisans Öğrencisi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antropoloji Anabilim Dalı, Van, Türkiye, senanurgun@hotmail.com, ORCID ID: 0000-0003-3266-8497

Giriş

Dişler, sert ve dayanıklı bir materyal olarak uzun süreler korunabildiklerinden dolayı birçok bilim alanında sıklıkla kullanılmaktadır. Diş hekimliği ve adli bilimlerin yanı sıra, biyolojik yakınlık-uzaklık çalışmaları ve insan evriminin anlaşılması noktasında antropoloji bilimine önemli bilgiler sunmaktadır. Dişler, oluşumları, özellikleri ve ifadelerinden sorumlu olan güçlü genetik kontrol altındadır. İkizler ile yapılan çalışmalar, aile çalışmaları ve popülasyonlar ile yapılan araştırmalarda diş morfolojisi, sayısı ve diş boyutu incelenmiş ve genetik etki ortaya konulmuştur. Genetik sürüklenme ve gen akışı, popülasyonların diş özellikleri üzerinde etkili olan başlıca evrimsel süreçlerdendir. Öte yandan, çevresel faktörler de diş özelliklerini etkilemektedir. Yenilen yiyeceklerin aşındırıcı etkileri ve diş kırıklarına neden olabilecek kazalar, dişleri etkilerken, dişlerin bir alet olarak kullanıldığı durumlar da dişler üzerinde etkili faktörlerdendir (Christy ve Turner, 2013; Scott ve Turner, 1998). Çocukluk döneminde çocuğun sahip olduğu metabolik hastalıklar ya da malnütrisyon da diş gelişimi etkilemektedir (Khamis, 2005).

Diş morfolojisi insanların göçleri sırasında yanlarında taşıdıkları biyolojik bir mirastır. Popülasyonların sahip olduğu diş özellikleri göç ettikleri toplumların diş özelliklerini etkilemekte ve kendi özellikleri de etkilenerek farklılaşmaktadır. Dişlerin polimorfik özellikleri popülasyonların geçmişi ve evrimsel süreci değerlendirmek için kullanılmakta, bu popülasyonların arkeolojik kayıtlarının bulunması ve analiz edilmesi ise hominin evriminin değerlendirilmesini sağlamaktadır (Scott ve Turner, 1997). Dişlere ait özelliklerin normalden saptığı durumlar için varyasyon ya da anomali kavramları kullanılmaktadır. Genetik ve çevresel faktörlerden etkilenirler, doğuştan olabildiği gibi, gelişim sırasında meydana gelebilir ya da sonradan edinilebilir. Diş varyasyonları popülasyon içinde ve popülasyonlar arasında farklı oranlarda görülmektedir (Amuasi ve ark. 2024; Saberi ve Ebrahimipour, 2016).

Diş morfolojisi üzerinde etkili olan genetik ve çevresel faktörlerin etkisi göz önüne alındığında, diş varyasyonlarının tanımlanarak popülasyonlar arasındaki görülme sıklıklarının belirlenmesi, biyolojik yakınlık uzaklığın ve insan göç hareketlerinin değerlendirilmesi açısından oldukça önemlidir. Ayrıca diş varyasyonlarının görülme sıklıklarını belirlemek, popülasyon içi ve popülasyonlar arasında görülme prevalansları hakkında bilgi verirken, yapılan filojenik ve genetik araştırmalara da önemli katkılar sağlar. Öte yandan, bireylerin sahip olduğu diş varyasyonlarının bilinmesi, adli bilimlerde kimliklendirme çalışmalarında da kullanılabilir.

Bu bölümde, insan dişlerinde görülen bazı varyasyonlar ve bu varyasyonların yaşayan bazı popülasyonlardaki görülme sıklıkları ele alınacaktır.

Dental varyasyonlar

Diş anomalileri, konjenital, gelişimsel ya da edinsel olarak meydana gelen ve dişlerin belirlenmiş anatomisi ve morfolojisinde grlen varyasyonlardır (Saberı ve Ebrahimipour, 2016; Amuasi ve ark. 2024). Dental varyasyonlar, insan evriminin ve insan glerinin anlaşılabilmesi için oldukça önemlidir. Toplumlar arasındaki biyolojik yakınlık uzaklık çalışmalarına katkı sağlarken, diş özellikleri ve diş varyasyonlarının bilinmesi kimliklendirme çalışmalarında adli bilimlere de önemli bilgiler sunar. Öte yandan bireylerin görünüşünü etkileyerek estetik problemlere neden olabilen bir yönü de bulunmaktadır (Patil ve ark. 2013).

Literatürde dişlerde gözlemlenen birçok varyasyon tanımlanmıştır. Bu varyasyonlar buldukları yere göre ve duruma göre farklı kategorilere ayrılarak sınıflandırılmışlardır. Bu kategorilerden bazıları, kürek biçimli diş, dişlerdeki büyüklük varyasyonları, dişlerdeki sayı varyasyonları, dişlerde gözlenen Şekil varyasyonları, tüberküller, birleşmiş dişler olarak sınıflanırlar.

Dişlerdeki Boyut Varyasyonları

Mikrodonti

Mikrodonti, diş boyutunun anormal derecede küçük olması durumudur ve genellikle bu varyasyona nadir rastlanır. Mikrodontinin etiyolojik olarak çevresel ve genetik faktörlerin karmaşık bir etkisine sahip olduğu varsayımı genel olarak çalışmalarda dile getirilmektedir. Hem süt dişleri hem daimi dişlerde görülebilir, ancak süt dişlerine nazaran daimi dişlerde görülme oranı daha yüksektir. Tek bir dişte ya da tüm dişlerde görülebilir. Mikrodontiye en çok maksillar lateral kesici, nc molar diş ve srnmerer dişlerde rastlanır. Mikrodontinin pituiter dwarfizm, hipopituitarizm gibi ilişkili olduğu hastalık ve sendromlar bulunmaktadır. Bu varyasyon üç farklı tipte görülür. İlki Genel mikrodonti adı verilen tüm dişlerin normale göre daha küçük olması durumudur. Nadir olarak görülür. Genel göreceli mikrodonti ise büyük bir çenede küçük dişlerin bulunması Şeklinde grlen mikrodontidir. Son olarak lokalize mikrodonti adı verilen mikrodonti tipinde tek bir dişte mikrodonti bulunur (Ofraz ve Akgün, 2018; zelik ve ark. 2020; Laverty ve Thomas, 2016; Yıldırım ve ark. 2012; McKinney ve Olmo, 2021).

Makrodonti

Makrodonti, diğer ismiyle megadonti (megalodonti\makrodontizm) dişin normal boyutundan büyük olması Şeklinde tanımlanır. Bu varyasyon, genetik ve çevresel faktörlerin etkisiyle kendini göstermektedir (Ofraz ve Akgün, 2018). Sıklıkla hipofizyal devlikte görülür (Yaşar ve Erol, 2007). Makrodontinin üç tipi bulunmaktadır; Genel makrodonti, alt-st çenede

veya sadece yarım çenede var olan dişlerin normale göre daha büyük olması durumudur. Genel ve göreceli makrodonti olarak adlandırdığımız varyasyonda dişler normal ya da normale yakın görünüm ve boyutlarda olduğu halde, görece küçük alt ve üst çene bulunur. Çene küçük olduğu için dişler büyük görünür. Lokalize makrodontide ise tek bir dişte makrodonti vardır. Lokalize makrodonti genellikle alt çenedeki premolar ve molar dişlerinde gözlenir. Makrodonti varlığında, çapraşıklık ve malokluzyon varsa tedavi gerekebilir. Mikrodonti gibi makrodontinin de ilişkili olduğu hastalık ve sendromlar bulunmaktadır. Makrodonti genellikle kesici ve köpek dişlerinde gözlenirken, premolar ve molar dişlerde nadir olarak görülür. Makrodonti durumunda dişin çenede gömülü kalması halinde cerrahi işlemi gerektirebilir (Oflaz ve Akgün, 2018; Yıldırım ve ark. 2012; Çeker ve ark. 2020).

Dişlerdeki Sayı Varyasyonları

Çeşitli nedenlerde diş sayılarında artma ve azalma görülebilir. Bazı durumlarda ağızda hiç diş bulunmayabilir. Dişlerdeki sayı varyasyonları diş fazlalığı ve diş eksikliği olarak sınırlanır. Ağızda hiçbir dişin bulunmaması *anodonti* olarak adlandırılır ve nadir görülen bir durumdur. *Hipopodonti* ise süt ve daimi dişlerde görülen bir veya bir kaç dişin konjenital eksikliğidir. Dişlerdeki eksikliğin daha fazla sayıda (altı ve üzeri) olması durumunda ise *oligodonti* kavramından bahsedilir. Dişlerde gözlenen diş eksikliğini nedeni tam olarak bilinmese de, genetik faktörünün etkili olduğu düşünülür. Bebeklik döneminde radyasyona maruz kalınması ise diş eksikliğine neden olabilen çevresel faktörlerdendir. Diş eksikliğine neden olan faktörler arasında travma sonrasında diş embriyolarının zarar görmesi veya bozulması, çenede gözlemlenen kronik iltihaplar, gelişme ve beslenme durum bozuklukları ve iç salgı bezlerinde gözlenen hastalıklar bulunmaktadır. Alt ve üst çene üçüncü molarlar, maksiller lateral kesici ve mandibular ikinci premolar dişler en fazla diş eksikliğinin görüldüğü dişlerdir (Yıldırım ve ark. 2012; Yaşar ve Erol, 2007; Amasyalı ve ark. 2018). Yapılan bir meta analiz araştırmasında popülasyonlar arasında değerlendirildiğinde, hipodonti prevalansı Afrika'da %13.4, Avrupa'da %7, Asya'da %6.3, Avustralya'da %6.3, Kuzey Amerika'da %5, Latin Amerika ve Krayiplerde %4 oranında belirlenmiştir (Khalaf ve ark. 2014).

Diş fazlalığı bir diğer isimleriyle *hiperdonti* (hyperdontia veya süper-nümerer), insan süt ve daimi dentisyonda normal sayıdan daha fazla dişin olması durumudur. Fazla dişler erkeklerde kadınlara göre daha fazla görülürken, üst çenede alt çeneye oranla daha sık gözlenir. Üst orta kesicilerde gözlenen fazla dişlere mesiodens denilmektedir, bu dişler koni şeklindedir ve kısa köklere sahiptirler. Alt çenede fazla dişler en fazla 1. ve 2. premolar dişlerin arasında, üst çenede ise üst kesici dişlerin ve üçüncü molar dişlerin bulunduğu bölgede görülür (Çeker ve ark. 2020).

Dişlerdeki Şekil Varyasyonları

Dişlerde gözlemlenen şekil varyasyonları dilaserasyon, fleksiyon, taurodonti ve diş içinde diş olarak adlandırılan durumlar ve tüberküller gibi varyasyonlardır. *Dilaserasyon*, genetik ve çevresel faktörlerin etkisiyle ortaya çıkabilir. Kök kanal enfeksiyonları, travma, süt diş germinde görülen gelişim anomalisi, kist, tümör, ya da genetik etmenler gibi faktörler bu varyasyonun etiolojisinde etkilidir. Dilaserasyon, dişin kök ya da kronunda meydana gelen eğilmedir. En fazla mandibular 3. molarlarda görülür (Jafarzadeh ve ark. 2007; Yıldırım ve ark. 2012; Çolak ve ark. 2012).

Taurodonti veya literatürde ki adı ile boğa dişi olarak tanımlanan dişler genellikle normal görünümündedir, ancak bu dişlerde uzamış pulpa odaları ve kısa kökler bulunmaktadır. Etiyolojisi belirsizdir. Taurodonti çoğunlukla ikinci molar ve premolar dişlerde görülür. *Diş içinde diş* (*Dens invajinatus*) denilen varyasyon ise dense in dente olarak da anılır. Bu durum genellikle mine tabakası dediğimiz yapının dental papilla içine katlanmasıyla kendini gösterir ve çoğunlukla bulunduğu bölge üst ikinci kesicilerdir. Kron, kök ya da dişin tamamında görülebilir ancak genellikle kron kısmında gözlenir (Güçyetmez Topal ve Tıraş, 2020; Yıldırım ve ark. 2012; Kato, 2013).

Tüberküller

İnsan dişlerinde görülen şekil varyasyonlarından olan tüberküller grubu oldukça kalabalıktır. Carabelli tüberkülü, talon tüberkülü, dens avaginatus, paramolar tüberkül, premolar cone, pag shaped ve mine incisi tüberküller arasında bulunmaktadır.

Carabelli tüberkülünün gözleendiği bölge genellikle üst molar dişlerdir. Üst molar dişlerin meziolingual tüberkülünün (protocone) lingual yüzeyinde belirgin olarak görülür (Scott ve Turner, 1997; Scott ve Irish, 2016). Daimi dentisyonda üst birinci molar, süt dişlerinde üst ikinci molar en fazla görülen dişlerken, daimi dentisyonda üst ikinci molar ve üçüncü molar dişler ise en az görülen dişlerdir, üçüncü molarlarda ise nadiren görülür (Hilson, 1996). Tüberkülün bulunma derecesine göre sınıflama yapılır. Carabelli tüberkülünün görülme sıklığının popülasyonlar arasında farklılık gösterdiği yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur. Avrupa'da sıklığı nispeten yüksek olsa da, Yerli Amerikalarda ve Asyalılarda da görülme prevalansı yüksektir (Scott, 1980; King ve ark. 2010).

Dens evaginatus, kendisini dişin oklüzal yüzeyinde fazladan bir tüberkül olarak karakterize eden gelişimsel bir anomalidir. En sık premolar dişlerde görülür, ancak molar ve kesiciler de gözlenebilir (Akay ve Akyol, 2019; Nimkulrat ve ark. 2022). Ön dişlerin lingual ya da bukkal yüzeylerinde gözlenen dens evaginatusa *Talon tüberkülü* adı verilmektedir. *Talon tüberkülü* Alt ve üst çenedeki kesici dişlerde gözlemlenen ve mine-dentin tabakasının

birleşme kısımlarında ya da singulum üzerinde bulunan bir diş varyasyonudur. Nadir olarak görülür. Etiyolojisi tam olarak bilinmese de genetik ve çevresel faktörlerin etkili olduğu düşünülmektedir. Bu tüberkülün gözlenme sıklığı daimî dişlerde daha fazladır. Aynı zamanda alt çenede görülme oranı üst çeneye göre daha yüksektir. En çok etkilenen dişler sırasıyla yan kesiciler (üst), ön kesiciler ve kanin dişlerdir. Her iki cinsiyette de görüldüğü gibi, erkeklerde görülme oranı kadınlara göre daha fazladır (Şıracı ve ark. 2005; Şahiner ve ark. 2009; Yener ve Öztan, 2024; Dankner ve ark. 1996).

Paramolar tüberkül (Bolk tüberkül) genel olarak alt ve üst çene molar dişlerin bukkal yüzeylerinde fazladan bir tüberkül şeklinde kendini gösteren nadir bir varyasyondur. 1945 yılında Dahlberg, Bolk tüberkülünü parasitil (sağ ve sol üst moların bukkal kısmı ile ilişkili artı bir tüberkül) ve protositil (sağ ve sol alt moların bukkal kısmı ile ilişkili artı bir tüberkül) olmak üzere iki farklı şekilde paleontolojik olarak tanımlamıştır (Dahlber, 1945; Şekerci ve Özcan, 2015). Popülasyonlar arasında görülme sıklığı değişmektedir, bu varyasyon Asya kökenli toplumlarda daha sık görülür. *Pre-molar Cone* genellikle küçük azı dişlerinde bulunan buccal/ligual tüberkülleri arasında oluşmuş koni şeklinde karakterize edilen bir varyasyondur (Yılmaz ve Açıkcol, 2003). *Pag Shaped* (çivi biçimli insisiv), varyasyonu ise dişin normal boyutlarından daha küçük olmasıdır. Çoğunlukla maksillar lateral kesicilerde ve üçüncü molarlarda görülür (Ariesdyanata ve ark. 2014). Popülasyonlar arasında görülme sıklığı değişim gösterir (Polder ve ark. 2004). Şekil anomalilerinden biri olan mine incisi, dişlerin dış kök yüzeyine yapışan beyaz ve küre şeklinde olan 1-3 mm boyutundaki bir mine yapısıdır. Süt dişlerinde de görülebilirken, genellikle daimi dentisyonda gözlenir. Daha çok maksillar ve madibular molar dişlerde görülür (Kara ve ark. 2018; Yıldırım ve ark. 2012).

Birleşmiş Dişler

Geminasyon, diş gelişim aşamasında tek bir diş germinin ikiye ayrılmasıyla oluşan ve nadir görülen bir varyasyondur. Daimi dişlerle de görülmesine karşın süt dişlerinde daha fazla görülür. *Füzyon* ise, iki dişin mine ve dentininin birleşmesiyle ortaya çıkar. Füzyon genellikle süt dişlerinde ve kesici dişlerde görülür. Tek taraflı ya da çift taraflı olabilir (Yıldırım ve ark. 2012; Arslanoğlu ve ark. 2015; Köse ve ark. 2015). Dişlerin şekillerini etkileyen bir diğer varyasyon konkresensdir. *Konkresens*, dişlerin kök gelişimi ve erüpsiyonu bittikten sonra iki komşu dişlerin köklerinin birleşmesi durumudur. Hem süt dişlerinde, hem de daimi dişlerde görülebilir (Yıldırım ve ark. 2012).

Kürek Biçimli Diş

Dişlerin kürek biçimini aldığı bu varyasyon, bir anomali olarak kabul edilmese de, genellikle üst kesici dişlerde görülürken, alt kesiciler de görü-

lebilir ve bu varyasyona alt ve üst kaninlerde de rastlanabilir. Derecelerine göre farklı sınıflamaları bulunmaktadır. Bu varyasyon, etnik grupların biyolojik farklılıklarını yansıtmaktadır. Popülasyonlar arasında görülme sıklığı değişim gösterir. Hrdlička (1920), özellikle Kuzey Asyalılar ve Yerli Amerika popülasyonları ile karakterize olduğunu ifade etmiştir. Kürek biçimlilik Asya popülasyonlarında %81, Afrikalılarda %19 ve Avustralyalılarda %13, Avrupalılarda ise %9 oranında görülmektedir (Yılmaz ve Açıkol, 2003; Çeker ve ark. 2020; Brothwell, 1963; Scott ve Irish, 2016; Alt ve ark. 1998, Scott ve Irish, 2017; Hrdlička, 1920). Yapılan araştırmalarda kürek biçimli dişin Avrupa'da düşük sıklıkla bulunduğu belirlenmiş, Çinli, Eskimolar, Amerikan yerlileri, Avustralya Aborjinleri, Tayvan Aborjinleri gibi popülasyonlarda daha sık gözlemlendiği ortaya konulmuştur (Kirthiga ve ark. 2016).

Popülasyonlar arasında dental varyasyonların görülme sıklığı

Dental varyasyonların popülasyon içi ve popülasyonlar arasındaki görülme sıklıklarının ortaya konulması, biyolojik yakınlık ve uzaklığın belirlenmesi ve insan göçlerinin değerlendirilmesi açısından son derece önemli bir yere sahiptir. Dişlerde görülen sayı, boyut, şekil varyasyonları, kürek biçimli diş, Carabelli tüberkülünün süt ve daimi dentisyondaki bazı popülasyonlar arasında görülme prevalansları Tablo 1'de özetlenmiştir. Tabloda yer alan popülasyonların yanı sıra, literatürde birçok farklı etnik grupla yapılan araştırmalar ve yaşayan popülasyonların yanı sıra iskeletler ile gerçekleştirilen çalışmalar da bulunmaktadır.

Tablo 1. Bazı popülasyonlarda dental varyasyonların görülme sıklıkları

Popülasyon (kaynak)	n	Mikrodonti		Popülasyon (kaynak)	n	Makrodonti		Popülasyon (kaynak)	n	Hipodonti	
		E (%)	K (%)			E (%)	K (%)			E (%)	K (%)
Türkiye (Aren ve ark. 2015)	2025	0.6	0.5	Hindistan (Patil ve ark. 2013)	4133	0.3	0.1	İtalya (Laganà ve ark. 2017)	5005	7.0	7.2
Hindistan (Patil ve ark. 2013)	4133	1.0	0.9	İran (Ardakani ve ark. 2007)	480	0.0	0.4	Türkiye (Aren ve ark. 2015)	2025	1.5	2.0
İran (Ardakani ve ark. 2007)	480	0.9	3.8	Yunanistan (Pallikaraki ve ark.2020)	1200	0.8	0.5	Pakistan (Aslam ve ark. 2010)	1185	6.7	3.2
Yunanistan (Pallikaraki ve ark.2020)	1200	0.2	0.8	Suudi Arabistan Vani ve ark. 2016)	1000	0.6	0.6	Güney Kore (Chung ve ark. 2008)	1622	11.1	11.3
Fransa (Baron ve ark. 2018)	551	1.4	3.3	Nepal (Gupta ve Rauniyar, 2019)	601	0.2	0.5	Almanya (Behr ve ark. 2011)	1353	11.5	13.6
Popülasyon (kaynak)	n	Hiperdonti		Popülasyon (kaynak)	n	Dilaserasyon		Popülasyon (kaynak)	n	Geminasyon	
		E (%)	K (%)			E (%)	K (%)			E (%)	K (%)
Hindistan (Khurana ve ark. 2021)	2250	7.1	6.3	Hindistan (Patil ve ark. 2013)	4133	0.7	0.4	Yemen (Basamalah ve Baroudi, 2016)	1000	0.4	0.0
Türkiye (Aren ve ark. 2015)	2025	0.7	0.9	İran (Ardakani ve ark. 2007)	480	21.4	9.6	Türkiye (Altuğ Ataç ve Erdem, 2007)	166	2.9	0.0
İran (Ardakani ve ark. 2007)	480	5.0	2.3	Fransa (Baron ve ark. 2018)	551	0.0	0.3	İran (Ardakani ve ark. 2007)	480	1.8	2.3
Nepal (Gupta ve Rauniyar, 2019)	601	1.7	1.3	Suudi Arabistan Vani ve ark. 2016)	1000	5.6	8.8	Mısır (Montasser ve Taha, 2012)	509	0.5	0.0
Japonya (Hagiwara ve ark.2016)	9584	0.06	0.3	Nijerya (Udoye ve Jafarzadeh, 2009)	575	5.5	3.1	Brezilya (Freitas ve ark. 2012)	512	0.2	0.0
Popülasyon (kaynak)	n	Carabelli Tüberkülü		Popülasyon (kaynak)	n	Kürek biçimli diş		Popülasyon (kaynak)	n	Taurodonti	
		E (%)	K (%)			E (%)	K (%)			E (%)	K (%)
Hindistan (Khurana ve ark. 2021)	2250	9.8	10.8	Türkiye Canger ve ark.2014)	3960	4.4	5.8	Avusturya (Alt ve ark. 2023)	1000	0.2	0.9

Afrika (Hassanali, 1982)	1247	31.7	35.2	Kosta Rika (López, 2015)	96	13	19	Hindistan (Gupta and Saxena, 2013)	1360	1.9	3.1
Asya (Hassanali, 1982)	763	25.9	26.7	Hindistan (Khurana ve ark. 2021)	2250	14.8	13.4	İsrail (Einy ve ark. 2022)	624	45.1	54.4
Suudi Arabistan (Salako ve Bello, 1998).	605	46.5	53.5	Suudi Arabistan (Saini ve ark. 1990)	990	10.3	10.9	İran (Bronoosh ve ark.2012)	510	4.7	6.2
Nepal (Subedi ve ark. 2015)	300	64.4	72.2	Çin (King ve ark.2010)	725	79	81.6	Brezilya (Weckwerth ve ark. 2016)	974	51.1	63.7

E:Erkek, K:Kadın

Tablo değerlendirildiğinde, mikrodonti ve makrodonti sıklıklarının benzer olduğu görölmektedir, ancak hipodontinin verilen popölasyonlar içerisinde en yüksek Almanya’da olduğu gözlenmektedir ve tablo incelendiğinde kadınlarda daha fazla olduğu görölmektedir. Hiperodontinin en yüksek oranla Hindistan’da, dilaserasyon ve geminasyonun ise yüksek oranla İran’da olduğu görölmektedir. Nepal’de Carabelli tüberkülünün, Çin’de ise kürek biçimli dişin en yüksek insidansa sahip olduğu söylenebilir. Son olarak Brezilya’da taurodonti sıklığı diğer popölasyonlara göre daha yüksektir. Bu tabloda yer alan popölasyonların yanı sıra daha birçok farklı ülkede ve farklı etnik kökene sahip bireylerle yapılan araştırmalar ve iskelet çalışmaları göz önüne alındığında, tablonun birkaç popölasyon ile ilgili genel bir bilgi verdiği belirtilmelidir.

Sonuç

Dişlerde görölen birçok farklı varyasyon bulunmaktadır. Boyut, şekil, sayı varyasyonlarının sıra ölçülemeyen özellikler değerlendirilerek de çeşitlilikler ortaya konulabilir. Yaşayan farklı popölasyondaki bireylerle yapılan birçok araştırma, dental varyasyonların popölasyonlar arasında ve cinsiyetlere göre farklı oranlarda gözlendiğini ortaya koymaktadır. Bu popölasyonlarla yapılan çalışmalara ek olarak iskelet çalışmaları da dental varyasyon sıklığını değerlendirmektedir.

Dişlerde görölen varyasyonlar hem diş hekimliği hem de antropoloji bilimi açısından büyük öneme sahiptir. Popölasyonların birbirlerine yakınlık ve uzaklarının belirlenmesinin yanı sıra, insan evriminde göçlerin de değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Dental varyasyonların popölasyonlar arasında görölme sıklıklarının belirlenmesi filojenik ve genetik araştırmalara katkı sağlamaktadır.

Kaynakça

- Akay, G., & Akyol, M. (2019). Dens invaginatus and dens evaginatus in a single tooth: Report of two cases. *Selcuk Dental Journal*, 6(2), 196-200.
- Alt, K. W., Rösing, F. W., & Teschler-Nicola, M. (Eds.). (1998). *Dental anthropology: fundamentals, limits and prospects*. Springer Science & Business Media.
- Alt, K. W., Wiesinger, M., & Nicklisch, N. (2023). Prevalence of taurodontism in a modern Austrian sample. *Bulletin of the International Association for Paleodontology*, 17(2), 49-59.
- Altug-Atac, A. T., & Erdem, D. (2007). Prevalence and distribution of dental anomalies in orthodontic patients. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 131(4), 510-514.
- Amasyalı, M., Sabuncuoğlu, F. A., Akgün, Ö. M., & Eroğlu, Ş. E. (2018). Dişlerde görülen gelişim anomalileri: Genel bir bakış. *Türkiye Klinikleri Pediatric Dentistry-Special Topics*, 4(3), 1-4.
- Amuasi, A. A., Sabbah, D. K., Oti-Achempong, A., & Mamah, R. N. (2024). Prevalence of Dental Anomalies among Patients Who Report to the Komfo Anokye Teaching Hospital's Orthodontic Clinic. *Open Journal of Stomatology*, 14(2), 103-117.
- Ardakani, F. E., Sheikha, M. H., & Ahmadi, H. (2007). Prevalence of dental developmental anomalies: a radiographic study. *Community dental health*, 24(3), 140.
- Aren, G., Güven, Y., Güney Tolgay, C., Özcan, İ., Bayar, Ö. F., Köse, T. E., ... & Ak, G. (2015). Türk toplumunda dental anomalilerin görülme sıklığı.
- Ariesdyanata, C. Soetojo, A. & Wahjuningrum, D.A. (2014) *Management of Peg Shaped Maxillary Lateral Incisor during orthodontic treatment by esthetical approach: a case report*. In: Proceeding The 10th National Congress & The 3th International Scientific Meeting (TINI III) of The Indonesian Conservative Dentistry Association. The Indonesian Conservative Dentistry Association, Surabaya., pp. 271-275. ISBN 978-602-19108-3-2
- Arslanoğlu, Z., Tekin, M., Altan, A., Adıgüzel, M., Damlar, İ., & Arpağ, O. (2015). Maksiller lateral diş ile süpernumerer diş füzyonu ve tedavisi: Bir olgu sunumu. *The Medical Journal of Mustafa Kemal University*, 6(21), 38-42.
- Aslam, A., Naeem, A., & Arbab, S. S. (2010). Prevalence and distribution of hypodontia in pakistani orthodontic population. *Pakistan Oral & Dental Journal*, 30(2), 406-411.
- Baron, C., Houchmand-Cuny, M., Enkel, B., & Lopez-Cazaux, S. (2018). Prevalence of dental anomalies in French orthodontic patients: A retrospective study. *Archives de Pédiatrie*, 25(7), 426-430.

- Basalamah, M., & Baroudi, K. (2016). Prevalence of oro-dental anomalies among schoolchildren in Sana'a city, Yemen. *EMHJ-Eastern Mediterranean Health Journal*, 22(1), 34-39.
- Basalamah, M., & Baroudi, K. (2016). Prevalence of oro-dental anomalies among schoolchildren in Sana'a city, Yemen. *EMHJ-Eastern Mediterranean Health Journal*, 22(1), 34-39.
- Behr M, Proff P, Leitzmann M, Pretzel M, Handel G, Schmalz G, ve diğ. (2011). Survey of congenitally missing teeth in orthodontic patients in Eastern Bavaria. *Eur J Orthod*, 33: 32–36.
- Bronoosh, P., Haghnegahdar, A., & Dehbozorgi, M. (2012). Prevalence of taurodontism in premolars and molars in the South of Iran. *Journal of dental research, dental clinics, dental prospects*, 6(1), 21.
- Brothwell, D. R. (Ed.). (1963). *Dental Anthropology: volume V: society for the study of human biology* (Vol. 5). Pergamon Press.
- Canger, E. M., Çelenk, P., & Çankaya, S. (2014). Shovel-shaped incisors in the Black Sea region population of Turkey. *Journal of Dental Sciences*, 9(3), 253-257.
- Christy G., Turner II, C. G. (2013). Bite marks in tule quids: the life and times of a dental anthropologist. *Anthropological Perspectives on Tooth Morphology: Genetics, Evolution, Variation*, (Edt: G. Richard Scott and Joel D. Irish). Cambridge Studies in Biological and Evolutionary Anthropology 66. Cambridge University Press, Cambridge. 16-30.
- Chung, C. J., Han, J. H., & Kim, K. H. (2008). The pattern and prevalence of hypodontia in Koreans. *Oral diseases*, 14(7), 620-625.
- Colak, H., Bayraktar, Y., Hamidi, M. M., Tan, E., & Colak, T. (2012). Prevalence of root dilacerations in Central Anatolian Turkish dental patients. *West indian medical journal*, 61(6).
- Çeker, D., Sevim Erol, A., & Plümer Küçük, G. (2020). Adli antropoloji ve kimliklendirme. *Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık*.
- Dahlberg AA. (1945). The paramolar tubercle (Bolk). *Am J Phys Anthropol*. 3(1):97-103.
- Dankner, E., Harari, D., & Rotstein, I. (1996). Dens evaginatus of anterior teeth: Literature review and radiographic survey of 15,000 teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 81(4), 472-475.
- Einy, S., Yitzhaki, I. H., Cohen, O., Smidt, A., & Zilberman, U. (2022). Taurodontism—Prevalence, extent, and clinical challenge in Ashkelon, Israel—A retrospective study. *Applied Sciences*, 12(3), 1062.
- Freitas, D. Q. D., Tsumurai, R. Y., & Machado Filho, D. N. S. P. (2012). Prevalence of dental anomalies of number, size, shape and structure. *RGO. Revista Gaúcha de Odontologia (Online)*, 60(4), 437-441.

- Gupta, S. K., & Saxena, P. (2013). Prevalence of taurodontism and its association with various oral conditions in an Indian population. *Oral Health Prev Dent, 11*(2), 155-60.
- Gupta, S. P., & Rauniyar, S. (2019). Prevalence and distribution of dental anomalies among orthodontic patients of Kathmandu, Nepal. *Orthodontic Journal of Nepal, 9*(2), 23-28.
- Güçyetmez Topal, B., & Tıraş, M. (2020). Diş Köklerini Etkileyen Gelişimsel Anomaliler. *Dental and Medical Journal-Review, 2*(3), 111-126.
- Hagiwara, Y., Uehara, T., Narita, T., Tsutsumi, H., Nakabayashi, S., & Araki, M. (2016). Prevalence and distribution of anomalies of permanent dentition in 9584 Japanese high school students. *Odontology, 104*, 380-389.
- Hassanali, J. (1982). Incidence of Carabelli's trait in Kenyan Africans and Asians. *American Journal of Physical Anthropology, 59*(3), 317-319.
- Hillson, S. (1996). *Dental Anthropology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hrdlička, A. (1920). Shovel-shaped teeth. *American Journal of Physical Anthropology, 3*(4), 429-465.
- Jafarzadeh, H., & Abbott, P. V. (2007). Dilaceration: review of an endodontic challenge. *Journal of endodontics, 33*(9), 1025-1030.
- Kara, D., Karacaoğlu, F., & Akkaya, M. (2018). Birinci ve İkinci Molar Dişlerin Furkasyon Bölgelerindeki Mine İncisi Prevelansının İncelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 28*(4), 534-538.
- Kato, H. (2013). Non-surgical endodontic treatment for dens invaginatus type III using cone beam computed tomography and dental operating microscope: a case report. *The Bulletin of Tokyo Dental College, 54*(2), 103-108.
- Khalaf, K., Miskelly, J., Voge, E., & Macfarlane, T. V. (2014). Prevalence of hypodontia and associated factors: a systematic review and meta-analysis. *Journal of orthodontics, 41*(4), 299-316.
- Khamis, M. F. B. (2005). *Dental variation in Malaysian populations with application to human identification* (Doctoral dissertation).
- Khurana, A., Gupta, N., Chauhan, U., & Dewan, R. (2021). Prevalence of dental morphology anomalies in greater Noida population. *International journal of science and healthcare research, 6*(1), 148-156.
- King, N.M, Tsai, N.S.J., & Wong, H. M. (2010). Morphological and numerical characteristics of the southern chinese dentitions. part II: Traits in the permanent dentition. *The Open Anthropology Journal, 3*(1):71-84.
- Kirthiga, M., Manju, M., Praveen, R., & Umesh, W. (2016). Ethnic Association of Cusp of Carabelli trait and shoveling trait in an Indian population. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR, 10*(3), ZC78.
- Köse, İ., Kocasaraç, H. D., Özden, B., & Çelenk, P. (2015). Daimi Dişlerde Füzyon: İki Olgu Sunumu. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Der-*

gisi, 25, 17-20.

- Laganà, G., Venza, N., Borzabadi-Farahani, A., Fabi, F., Danesi, C., & Cozza, P. (2017). Dental anomalies: prevalence and associations between them in a large sample of non-orthodontic subjects, a cross-sectional study. *BMC oral health*, 17, 1-7.
- Laverty, D. P., & Thomas, M. B. M. (2016). The restorative management of microdontia. *British dental journal*, 221(4), 160-166.
- López, V. B. (2015). Prevalencia de diente en pala en pacientes de la Facultad de Odontología de la Universidad de Costa Rica 2013 y 2014. Estudio piloto. *Odotvos-International Journal of Dental Sciences*, 17(2), 53-58.
- McKinney, R., & Olmo, H. (2021). Developmental disturbances of the teeth, anomalies of shape and size.
- Montasser, M. A., & Taha, M. (2012). Prevalence and distribution of dental anomalies in orthodontic patients. *Orthodontics-the Art and Practice of Dentofacial Enhancement*, 13, 52.
- Nimkulrat, S., Panichuttra, A., Ratisoontorn, C., & Porntaveetus, T. (2022). Evaluation of Dens Evaginatus by CBCT and Exome sequencing in Thai Population. *J Dent Assoc Thai*, 72(2), 500.
- Oflaz, Ü., & Akgün, Ö.M. (2018). Dişlerde Görülen Boyut Anomalileri. *Türkiye Klinikleri Pediatric Dentistry-Special Topics*, 4(3), 55-59.
- Özçelik, C., Türkoğlu, M. O., & Ayhan, H. (2020). Genetik Anomalisi Olmayan Oligodonti ve Mikrodonti Olgusuna Tedavi Yaklaşımı: Olgu Sunumu. *Journal of Medical Sciences*, 1(5), 59-66.
- Pallikaraki, G., Sifakakis, I., Gizani, S., Makou, M., & Mitsea, A. (2020). Developmental dental anomalies assessed by panoramic radiographs in a Greek orthodontic population sample. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 21, 223-228.
- Patil, S., Doni, B., Kaswan, S., & Rahman, F. (2013). Prevalence of dental anomalies in Indian population. *Journal of clinical and experimental dentistry*, 5(4), e183.
- Polder, B.J., Van't, M.A., Hof, F.P. Van der Linden, A.M. & Kuijpers-Jagtman (2004). A meta-analysis of the prevalence of dental agenesis of permanent teeth. *Community Dent Oral Epidemiol*, 32 (2004), 217-226.
- Saberi, E. A., & Ebrahimipour, S. (2016). Evaluation of developmental dental anomalies in digital panoramic radiographs in Southeast Iranian Population. *Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry*, 6(4), 291-295.
- Saini, T. S., Kharat, D. U., & Mokeem, S. (1990). Prevalence of shovel-shaped incisors in Saudi Arabian dental patients. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology*, 70(4), 540-544.

- Salako, N. O., & Bello, L. L. (1998). Prevalence of the Carabelli trait in Saudi Arabian children. *Tropical dental journal*, 11-14.
- Scott GR, & Turner CG. Dental anthropology and morphology. In: *The Anthropology of Modern Human Teeth: Dental Morphology and Its Variation in Recent Human Populations*. Cambridge Studies in Biological and Evolutionary Anthropology. Cambridge University Press; 1997:1-14.
- Scott, G. R. (1980). Population variation of Carabelli's trait. *Human biology*, 63-78.
- Scott, G. R., & Irish, J. D. (2017). *Human tooth crown and root morphology*. Cambridge University Press.
- Scott, G. R., & Irish, J. D. (Eds.). (2016). *Anthropological perspectives on tooth morphology: Genetics, evolution, variation* (Vol. 66). Cambridge University Press.
- Scott, G. R., & Turner, C. G. (1988). Dental anthropology. *Annual review of Anthropology*, 17, 99-126.
- Subedi, N., Sah, S., Chataut, T., Paudel, S., & Pradhan, A. (2015). The prevalence of the Carabelli trait in selected Nepalese population. *British Journal of Medicine and Medical Research*, 7(4), 285-291.
- Şahiner, C., Kızıllırmak, A., & Özalp, N. (2009). Talon tüberkülü: dört olgu raporu. *European Annals of Dental Sciences*, 36(2), 115-120.
- Şekerci, A. E., & Özcan, G. (2015). Paramolar Tüberkül: Klinik Önemleri ile Birlikte Beş Olgu Sunumu. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences Cases*, 1(3), 199-203.
- Şıracı, D. E., Tekçiçek, M., & Turgut, M. D. (2005). Talon Tüberkülü ve dens invajinatus: ailesel geçişli bir olgu sunumu. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2005(1), 81-87.
- Udoye, C. I., & Jafarzadeh, H. (2009). Dilaceration among Nigerians: prevalence, distribution, and its relationship with trauma. *Dental Traumatology*, 25(4), 439-441.
- Vani, N. V., Saleh, S. M., Tubaigy, F. M., & Idris, A. M. (2016). Prevalence of developmental dental anomalies among adult population of Jazan, Saudi Arabia. *The Saudi Journal for Dental Research*, 7(1), 29-33.
- Weckwerth, G. M., Santos, C. F., Brozoski, D. T., Centurion, B. S., Pagin, O., Lauris, J. R. P., ... & Neves, L. T. (2016). Taurodontism, root dilaceration, and tooth transposition: a radiographic study of a population with nonsyndromic cleft lip and/or palate. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 53(4), 404-412.
- Yaşar, Z. F., & Erol, A. S. (2007). Diş antropolojisi. *Antropoloji*, (22), 15-40.
- Yener, S. E., & Öztan, M. D. (2024). Endodontic management of bilateral talon cusps: A case report. *International Dental Journal*, 74, S313.

- Yıldırım, D., Erik, A. A., Bozdemir, E., & Görmez, Ö. (2012). Gelişimsel dental anomaliler. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*, 6(2), 1212-1223.
- Yılmaz, H. & Açıkkol A. (2003). Kütahya Ağızören iskeletlerine ait dişlerin incelenmesi. *Antropoloji*, (17).71-105.

