

ELEKTRİK MAGNETİK ALANLARIN/UN BİYOLOJİK ETKİLERİ *

* 249/Eylül 1977 sayımızdan devam.

50 Hz SIKLIKLI ALMAŞIK ELEKTRİK VE MAGNETİK ALANLARIN İNSANLAR ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

rudolfhauf

UDK: 621.37:621.3.029.426:621.3-784

ÖZET

Gözlenen insan kümesiyle birlikte yapılan deneysel araştırmanın gerçek koşulları tanıtıldıktan sonra/ elde edilen sonuçlar inceleniyor ve eleştirel bir çözümlenmeden geçiriliyor. Deneylerin yapıldığı koşullarda, incelenen alanların zararlı etkisi olmadığı gözlenmektedir. Ancak bu bildiriye sonuçlar diğer araştırmacıların verdiği sonuçlara uymadığından, sonuçların bir bölümü de verilmektedir. Sonuç olarak, elektrik ve magnetik alanların biyolojik etkileri üzerinde tamamlayıcı bir araştırmanın gerekli olduğu belirtiliyor.

SUMMARY

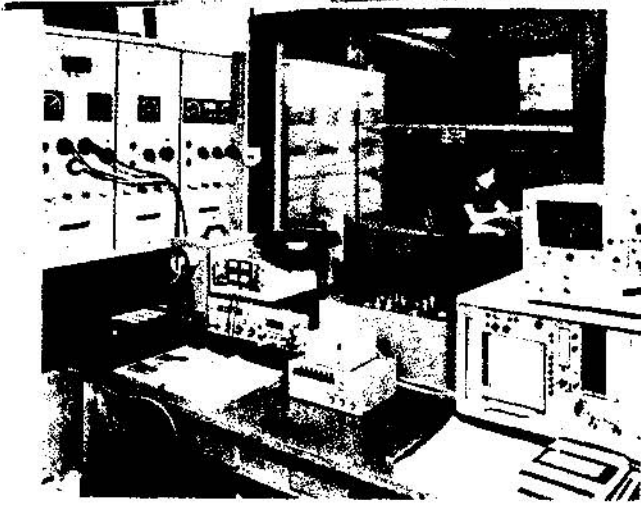
Having described the actual conditions of experimental research performed as well as the composition of the human group observed, the results obtained are examined and submitted to a critical analysis. in the experimental conditions realized, it is observed that the studied fields do not exercise any harmful influence. Some results however are quoted due to other searchers which do not confirm the ones in this article. The conclusion is that: a complementary research about the biological effects of electric and magnetic fields seems to be necessary.

1. GİRİŞ

İnsan, çevresindeki diğer canlılar gibi, doğal ya da yapay olarak oluşan elektrik ve magnetik alanların etkisi altındadır. Çeşitlerine ve yeşinliklerine göre bu alanların arzu edilen, arzu edilmeyen ve hatta zararlı etkileri vardır. Canlı organizmaların sıhhatli oluşları ve gelişmeleri için çevre ile karşılıklı ilişkileri son derece önemlidir.

Elektrik çağında yaşıyoruz. Elektrik akımı en önem-

li enerji kaynağımızı oluşturuyor. Artan nüfus yoğunluğu ile birlikte gelişen endüstrileşme ve teknoloji, elektrik enerjisine ve yoğun iletim araçlarına gereksinim doğuruyor. Bu nedenle, elektrik üretim ve iletim birimlerinin çevre için nasıl ve hangi koşullarda bir tehlike kaynağı olabileceğini araştırmak gereklidir. Önce yüksek gerilim kuruluşlarının enerji sağlamanın ötesinde, elektromagnetik alanlar ile insan sağlığı üzerinde ne tür etkiler yaptığını bulmayı amaçlıyoruz. Bunun için birçok incelemeden sonra deneysel araştırmalar yaptık.



Şekil 1. Elektrik alanının uygulandığı laboratuvarın ölçme odasından görünüşü.



Şekil 2. 50 Hz'lik zayıf alması akımın etkileri üzerine araştırma.

2. YAPILAN ARAŞTIRMALAR

A. Deney Koşulları

Yüksek gerilim kuruluşları içerisindeki alan koşulları laboratuvarında benzeştirilmeye çalışıldı. Çevrenin istenmeyen girişim etkileri giderildi. Başlangıçta 500 kV'luk gerilimler kullanıldıysa da özel bazı durumlara uyumlu olması için denemeler daha yüksek alan yoğunluklarında de sürdürüldü.

Dikkatimizi daha çok elektrik alanı üzerinde yoğunlaştırdık. Ayrıca çalışmalarımızda yer değiştirme akımı, magnetik alan ve elektrik ve magnetik alanlar birlikte yer aldı. Böylece alanların hem tek tek hem de topluca etkilerini incelemek olanağı bulundu. Elektrik alanının etkileri daha kapsamlı incelenirken, yerden 1,50 m yükseklikte 20 kV/m'ye dek varan çeşitli alan yoğunlukları oluşturuldu. Göz önüne alınan diğer alan durumları şöyle idi: 200 yA'lık bir yer değiştirme akımı, 0,3 mT'lik bir magnetik alan. Bu alanların sıklığı hep 50 Hz idi.

Deneyler de kullanılan erkek ve kadınların ortalama yaşı 25 olup bunların çoğu öğrenci idiler. De-

nemeden önce vücut herhangi bir sağlık sorununa karşı sıkı bir incelemeden geçiriliyordu. Bu yaş grubunda, alınacak sonuçların yanlış biçimde değerlendirilmesine yol açacak yorgunluk, bitkinlik durumu yada herhangi bir hastalık olması olasılığı azdı. Yine de bu tür bir incelemede göz önüne alınmayacak yeterli sayıda bireysel etmen vardır. Deneyler günün hep aynı saatlerinde yapılarak bunun aksi bir uygulamadan gelebilecek farklılıklar giderilmeye çalışılmıştır.

Deneyler sırasında deney süjeleri toprağa bağlanmış olup, alanın yada akımın verilmeye başlanıp başlanmadığını bilebilecek durumda değillerdi. Eğer isterlerse oturdukları masada kitap okuyabiliyorlardı. Oda sıcaklığı 22°C, bağıl nem yaklaşık % 50 idi. Havadaki iyonların elektrik ve magnetik alanlar içerisindeki davranışı da bu arada gözlemlendi.

Deneyler en çok üç saat sürdü. Bu, göreceli olarak kısa bir etkileme süresi ise de ani ve kesin etkilerin ortaya çıkabileceği yeterli uzunlukta sayılabilir. Daha uzun deney süreleri, (laboratuvar da elektromagnetik alanlarla testler yapılırken) uzun dönemli bir araştırma için ayrılması gereken zaman belirlenemediğinden kısaltıldı. Kouwenhoven ve yardımcılarının bir yıl boyunca onbir hat işçisi üzerinde uyguladıkları tıbbi inceleme açıktır ki uzun dönemli bir çalışmadır. Bu çalışma, Strumza'nın yüksek gerilim işletmelerine yakın oturan bir grup insan değişik koşullarda yaşayan bir başka gruba karşılaştırarak yaptığı incelemelerle tamamlanmıştır.

Deneylerde daha önce yazında adı geçen ve alanların etkileriyle değişikliğe uğrayacağı beklenen parametreler seçilmiştir. Bunlar; reaksiyon zamanı, kanın bileşimi, sedimentasyon hızı, trombositler, retikülasitler, hızlilik testi elektrokardiyogram, elektroansefalogram, nabız sıklığı ve atardamar basıncıdır. Seçilen bu parametreler kullanılarak alan etkime deneyleri iki farklı grup üzerinde ve iki kez yapıldı. Bir grupta reaksiyon zamanları ve kimyasal parametreler üzerinde duruldu. Reaksiyon zamanı her beş dakikada tümüyle otomatik bir aygıtla kaydedildi. Kan testi her deneyin başında ve sonunda yapıldı. Kimyasal incelemeler her defasında aynı yöntem izlenerek ve aynı asistanlarca gerçekleştirildi. İkinci grupta, tıbbi-fiziksel parametreler her on dakika da kaydedildi. Elektrokardiyogram ve ansefalogram kaydedilirken akım (yada alan) kısa bir süre kesildi.

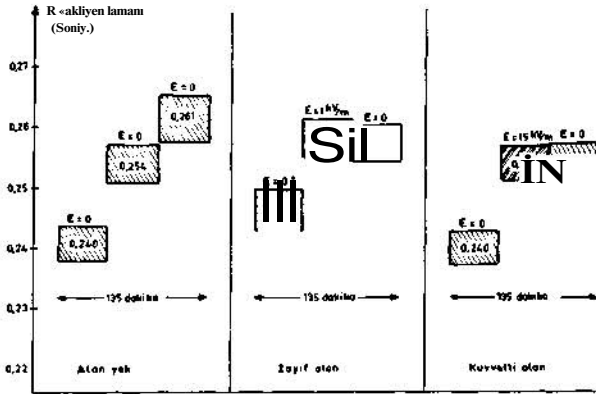
Daha yakın zamanda, kolesterol ve trigliserid değerlerinde, alan etkisi sonucu oluşabilecek değişiklikler de göz önüne alındı. Elektrik ve magnetik alanların birarada uygulandığı deneylerde bu değerler her deneyin başında, sonunda ve deneyin bitiminde 20 ve 24 saat sonra kaydedildi.

Her incelemede on süjeden alınan sonuçlar değerlendirildi. Dış görünüme ilişkin gözlemlerin yanı sıra vücudun iç yapısı üzerinde de incelemeler yapıldı.

Elektrik alanı içinde yapılan deneyler için hava soğutmalı ve tümüyle dış etkilerden korunan bir laboratuvar kuruldu. 2,5x2,5 metre büyüklüğündeki tavan elektrodu yerden 2,9 metre yüksekliğe yerleştirilmişti ve 1 cm'lik gözeneği olan bir



Şekil 3. Elektrik ve magnetik alanların birlikte uygulandığı deney laboratuvarı ve deney süjesinin yerleşimi.



Şekil 4. Elektrik alanı içerisinde reaksiyon zamanı ölçmelerinin sonuçları.

metal ağ biçimindeydi. Anahtarlama ve ölçme aletleri yandaki bir odaya konulmuştu ve bir pencere yardımıyla laboratuvar bu odadan gözetlenebiliyordu.

50 Hz'de 200yA'lık bir almaşık akımı vücuttan üç saat süreyle geçirmek için özel olarak yapılan bir aygıt kullanıldı. Bu aygıt, elektrotlardaki, deri ve vücut dirençlerindeki periyodik değişimlerden etkilenmeden, sürekli bir akım sağlar. Akım iki elin bileklerine bağlı bilezik elektrotlarla vücuda girer ve ayak bileklerine tutturulan elektrotlarla da dışarı çıkar.

Magnetik alan içerisinde yapılan incelemeler için, laboratuvarında, kare kesitli, 1,5 metre genişliği ve 24 cm derinliği olan ve üzerinde 40 sargı teli

taşıyan bir tahta çerçeve kullanıldı. Deney süjesi bu odada oturuyordu. Hesaplanan alan yeğinlikleri ölçme sonuçlarıyla karşılaştırıldı.

Elektrik ve magnetik alanların birlikte uygulandığı deneyler için, laboratuvarında, yerden 3 m yüksekliğe yerleştirilmiş, 3,5 X 3,5 metre büyüklüğünde ve 3 cm'lik gözenekleri olan bir metal ağ, tavan elektrodu olarak yerleştirildi. Magnetik alan için iki tane bobin kullanıldı. Bunlar 4,5 X 2,5 metre büyüklüğünde tahta çerçevelerden oluşuyorlardı. Her çerçevenin üzerinde 10^2 NA telinden 40 sarım vardı. Bobinler iki metre aralıkla yerleştirilmiş olup yer ile 45° ve birbirleriyle de 90° açı yapıyorlardı. Ölçme aletleri ayrı bir odada yerleştirilmişlerdi. Laboratuvar bu odadan bir pencere yardımıyla gözetlenmekteydi.

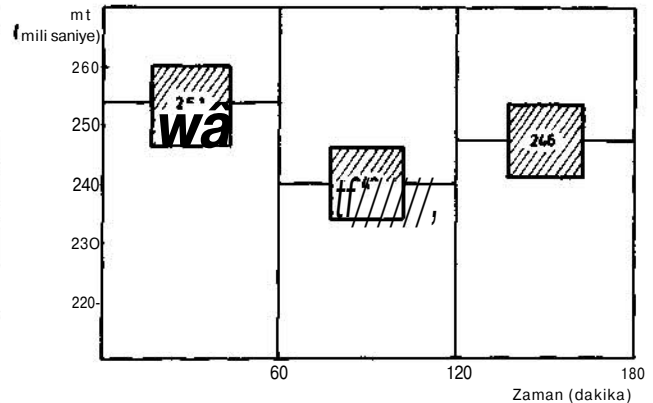
B. Araştırma Sonuçları

Bütün deneyler hem iç hem de dış etkilerin en aza indirildiği ve klinik-kimyasal ve tıbbi-teknik hataların giderildiği koşullarda gerçekleştirildi.

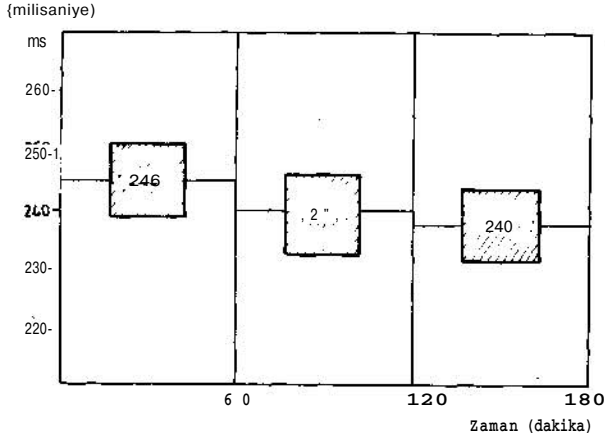
Reaksiyon zamanı, en fazla süjenin ne ölçüde hazır olduğuna, dikkatine ve konsantrasyon yeteneğine bağlı oluyordu. Gözetleyicinin hiçbir etkisi söz konusu değildi, çünkü kullanılan aygıt deneyin tüm işleyişini otomatik olarak denetliyordu. Reaksiyon zamanları yalnızca üzerinde denemenin yapıldığı süje tarafından belirleniyordu. Denetim testleri bu zamanların grup üzerinde ortalama olarak ne ölçüde değiştiğini gösteriyordu. Onar kişilik gruplara bölünmüş toplamı yüz kişi testlerde yer aldığı için elde edilen bilgiler istatistiksel olarak doğru kabul edilebilir. Bu, reaksiyon zamanı ölçmelerinin ne kadar hassas olduğunu gösterir.

Elektrik alanı içerisinde yapılan deneylerin sonuçları reaksiyon zamanlarında alan yeğinliğine bağlı olmayan bir iyileşme göstermektedir. Bu, uyarıcı bir etki olarak kabul edilebilir ve patolojik bir öneme de sahip değildir. Diğer araştırmalarda önemli değişiklikler gözlenmemiştir.

Kan bileşimi bakımından, bütün deneylerde eritrositlerde ve hemoglobinde önemli değişiklikler olmamıştır. Lökositler, nötrofiller ve retikülositlerde ise artış olmaktadır, ancak artma değerleri yine de fizyolojik sınırlar içerisinde kalmaktadır. Bu olgu bir uyarı etkisi olarak düşünülür.



Şekil 5. 200 \u0391'lık akımın etkisi altında reaksiyonların ortalama değişimi (Eisemann).



Şekil 6. Aynı koşullar altında gerçekleştirilen bir denetim testinde reaksiyonların ortalama değişimi (Eisemann).

lebilir. Sedimentasyon hızı ve kan bileşimi (hızlılık testi, trombositler) de deneylerde bir değişiklik göstermemektedir.

Kolesterol ve trigliserioller yalnızca elektrik ve magnetik alanların birlikte bulunduğu deneylerde gözlemlendi (deneyin başında, sonunda ve bitiminden 20 ve 24 saat sonra). Bütün değerler % 1 ile % 3 arasında bir değişim gösterdiler. Buna göre, patolojik değişim değerleri olarak nitelenebilecek önemli değişiklikler gözlenmemektedir.

Elektrokardiyogram kayıtları da bir değişiklik göstermemektedir. Yalnızca, üç saatlik deney boyunca, sıklıkta hafif bir düşme olmaktadır. Alan yeğinliği ne olursa olsun bütün deneylerde aynı olgu saptanmıştır. Bu durum nabız atışı eğrileri incelenirse daha iyi görülebilir. Deneyler boyunca nabız atışında bir hızlanma kaydedilmemiştir. Nabız sıklığındaki düşüş, üç saat boyunca bir masa başında oturtulan her insanda görülebilecek bir rahatlama etkisiyle açıklanabilir.

Deneyde yer alan kişilerin hiçbirinde elektroensefalogram herhangi bir patolojik sapma göstermediği gibi merkezi sinir sisteminde de bir değişiklik gözlenmemiştir. Elektroensefalogramın incelenmesi ve değerlendirilmesi klinik tecrübesi gerektirir.

Atardamar basıncında, sistolik ve diyastolikte de alan etkisi görülmemiştir. Kan basıncı, hergün ölçüldüğü saatteki fiziksel, zihinsel ve psikolojik yorgunluğa bağlı olarak değişir. Üç saat boyunca deney masasında oturan ve sağlık durumları daha önceki testlerle iyi olarak saptanmış olan deney süjelerinde yukarıda adı geçen değişimler görülmemiştir. Bütün bu sonuçlar açıkça göstermektedir ki uygulanan alan yada akımın etkileri önemli değişikliklere yol açmamaktadır.

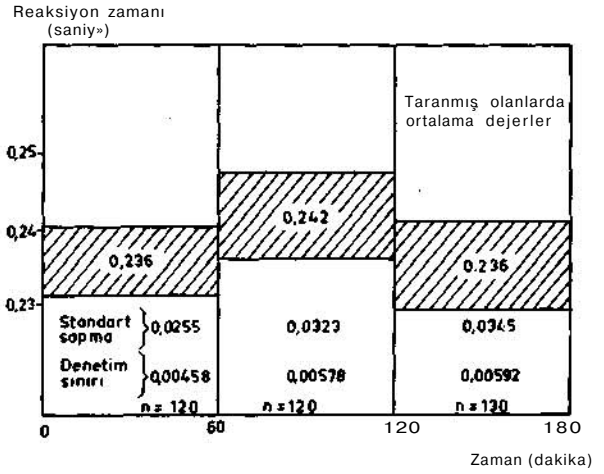
Süjelerden hiçbiri durumundan şikayetçi olmamıştır. Örneğin baş ağrılarının arttığına dair bir yakınma söz konusu değildir. Buna göre de deney süjelerinin alandan etkilendiğini söylemek olanaksızdır.

3. ARAŞTIRMA SONUÇLARININ TARTIŞILMASI

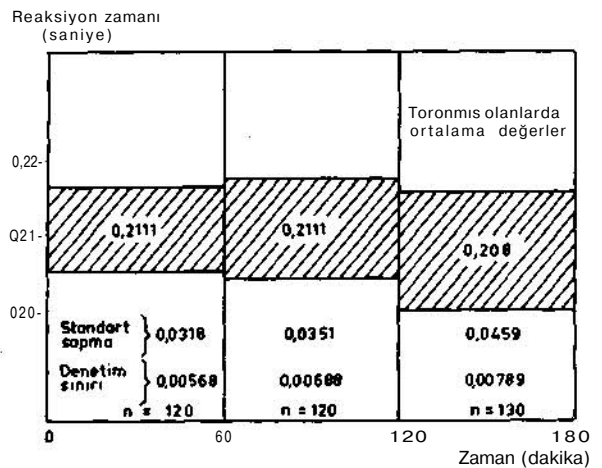
Elektrik ve magnetik alanların biyolojik etkileri - birçoğu farklı sonuçlara varan önemli sayıda araştırmaya konu olmuştur. Gerçekleştirilen deneylerin koşulları ve bunların yapımında kullanılan teknik-

ler birbirlerinden öylesine farklıdır ki çoğu kez deney sonuçlarını karşılaştırmak olanaklı olmamaktadır. Üstelik deneylerin yapılış biçimine ilişkin ayrıntılar da verilmeyince bunların tekrar yapılması zorlaşmaktadır. Sonuçları karşılaştırmak ve yorumlamak ise deneyleri özdeş koşullarda ve aynı yöntem izlenerek yapılabilir nitelikte olmasını gerektirmektedir, Herşeyden önce deney sonuçlarını genelleştirirken dikkatli olunmalıdır. Her verilen sonuç için deney koşullarını, deney gereçlerini, sıklığı, yeğinliği, etkileme süresini ve test tekniğini belirlemek gereklidir. Ne var ki, yeterli niteliğe sahip olmayan araştırma raporları yanlış görüşlerin ve bunun sonucunda da yersiz endişelerin oluşmasına yol açmaktadır.

Sonuçlar değerlendirilirken yapılan araştırmaların biyolojik yanının önemi unutulmamalıdır. Canlılar, doğrudan belirlenemeyen ve değiştirilemeyen sayısız iç ve dış etkilerin altındadırlar. Yaşam çeşitli alanlarda sürer ve yalnızca belirli sınırların dışına taşan değişimler patolojik addedilirler. Böylelikle, değerlendirmelerin teknik-matematik



Şekil 7. Magnetik alan içinde reaksiyonların durumu (Manteli).



Şekil 8. Aynı deney koşullarında alan yok iken reaksiyonların durumu (Mantell).

bir temelde değil fakat biyolojik veriler göz önüne alınarak yapılması gerektiği sonucu ortaya çıkmaktadır. Gözlenen reaksiyon ve semptomların yalnızca alan etkimesi sonucu oluştuğunu söyleyip başka etmenlerin varlığını aramamak hatalıdır. Bu yüzden aynı koşullarda gerçekleştirilen ve karşılaştırmalara temel olan deneylere büyük önem verilmektedir.

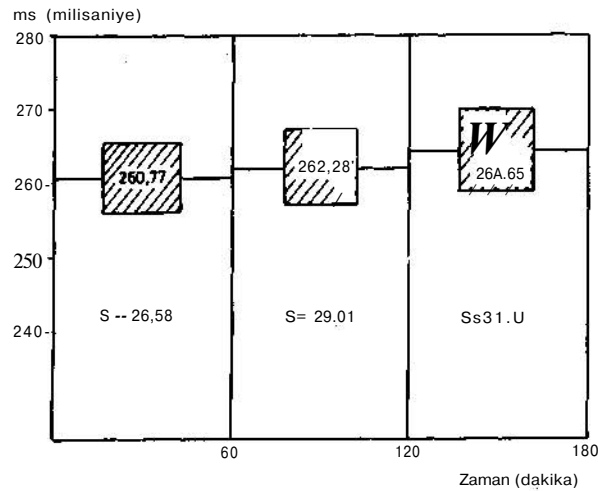
Elektrik alanı içinde, reaksiyon zamanı üzerinde gözlenen uyarıcı bir etki diğer araştırmalarda kaydedilmemiştir. Bu sonuç başka bazı yayınlarda da belirtildi. Bir yerdeşiştirme akımının büyüklüğünde zayıf bir almaşık akımla yapılan uzun dönemli incelemelerde yukarıda adı geçen uyarıcı etkiye benzer herhangi bir etki görülüyordu.

Diğer araştırmacılar da elektrik alanının etkisiyle lökosit, nötrofil ve retikülasit sayısında artış olduğunu gösterdiler. Bu kan öğelerinin sayısındaki artış ayırıcı bir özelliği olmayan, bir uyarım etkisinin sonucu olarak açıklanabilir. Kanımızca bu olgu patolojik bir reaksiyon olarak nitelendirilmemelidir. Kanın diğer karakteristikleri bu arada değişmeden olduğu gibi kalmıştır.

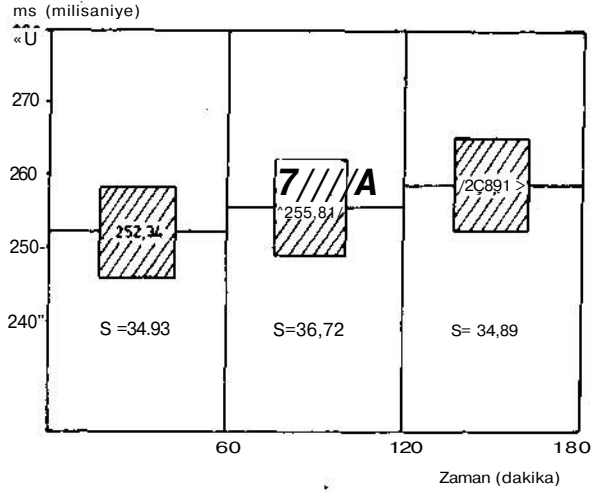
Amerikan araştırmalarının bazılarında, alan etkisiyle, kandaki kolesterol ve trigliseridlerin değişmeye uğradıkları kaydedilmektedir. Bu sonucu kuvvetlendirecek verilere biz sahip değiliz. Ayrıca deney koşullarımız da farklıdır. Bizim deney süjelerimiz, kolesterol ve trigliseridi etkileyebilecek herhangi fiziksel çabanın içinde olmadılar.

Çeşitli araştırmacılar alan etkisinin nabız sıklığında bir düşüşe yol açtığını gözlediler. Bizim araştırmamız açıkça gösteriyordu ki nabız sıklığı bir denetim testine eşit miktarda düşüyordu ve dolayısıyla bu düşüşü alanın etkisiyle açıklamak olanaksız oluyordu.

Elektroansefalegramları değerlendirmede alfa dalgalarını kaydettik. Klinik açıdan, alan etkisini ortaya çıkaracak testlerin, denetim testlerinden daha farklı sonuçlar vermediği saptandı. Eğrideki hafif değişimler patolojik olarak nitelendirilemez. Eğer gözlenen değişimler zararlı etkilere yol aç-



Şekil 9. 20 kV/m'lik elektrik alan ve 0,3 mT'lik magnetik alan birlikte uygulandığında reaksiyon zamanı.



Şekil 10. Aynı deney koşullarında alan yok iken reaksiyon zamanı.

cak kadar önemli kabul ediliyorsa, bu değişimlerin patolojik anatomik kökenlerini ve/veya işlevsel nedenlerini belirlemek gerekir.

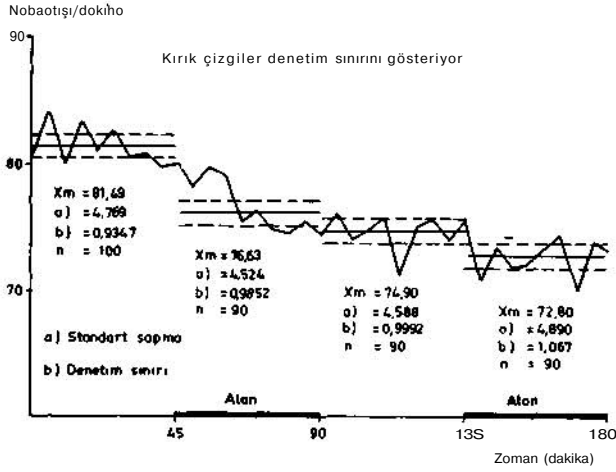
Özellikle atardamar basıncının değişimi gözlenirken deney koşulları göz önüne alınır. Deney süjesinin test boyunca ne tür baskıların altında kaldığını bilmek oldukça önemlidir. Böylelikle çeşitli araştırmacıların buldukları birbirinden çok farklı sonuçlar açıklanabilir.

Deney süjelerimiz, üzerlerinde yapılacak deneyler konusunda ikircikli bir tutum içerisinde olmadılar. Bu, özellikle süjenin özel durumu değerlendirilirken göz önünde bulundurulmalıdır.

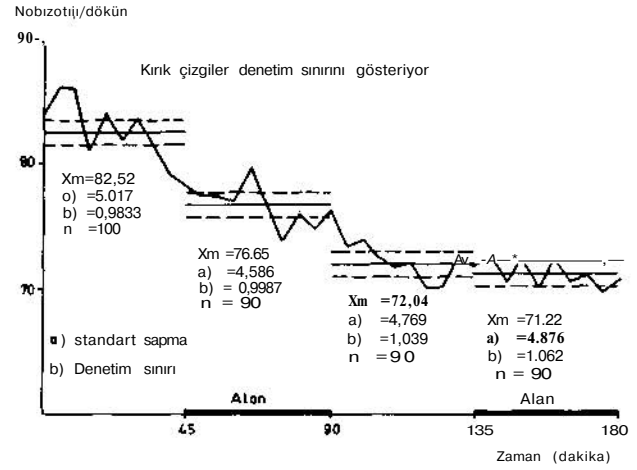
4. SONUÇLAR

Araştırma sonuçlarını değerlendirdiğimiz de şunu söyleyebiliriz: daha önce adı geçen deney koşullarında, incelenen parametreler göz önüne alınır, hafif, ayırıcı özelliği olmayan ve tümüyle fizyolojik uyarım etkilerinin dışında, elektrik ve magnetik alanlar hiçbir zararlı etkiye yol açmamaktadır. Yalnız bu deneylerde alan etkileme süresi hep kısa tutulmuştur. Yine de elde edilen sonuçlar, Kouwenhoven ve yardımcılarının gerçekleştirdikleri uzun dönemli ve ciddi incelemelerin sonuçlarıyla büyük bir benzerlik göstermektedir. Bazı hafif uyarım etkilerinin Kouwenhoven tarafından gözlenmesi, bunların kısa sürede ortadan kaybolması ve deneyin bitiminden uzunca bir süre sonra kaydedilmiş olmasındandır. Bu, aynı zamanda içinde çalışılan alanın, kronik ve birbiri üzerine binerek büyüyen etkilerinin olmadığını da gösterir. Strunza'nın yüksek gerilim hatlarının hemen yakınındaki çevrede yaşayan gruplar üzerinde yaptığı karşılaştırmalı inceleme de bu sonuçları doğrulamaktadır.

Sovyet araştırmacıları ise farklı sonuçlara varmışlardır. Bu araştırmalar incelendiğinde önce şu görülmektedir: Alan etkisine uğrayan bir deney grubunun, çeşitli olası değişiklikleri ortaya çıkarmak için, karşılaştırılacağı alan etkisine uğramamış bir başka grup kullanılmamıştır. Ayrıca araştırmalarda fizyolojik değişikliklerle de ilgilenilmemiştir. Bu nedenle vardıkları sonuçların çok dikkatli bir biçimde değerlendirilmesi gerekir. Örneğin bir makalede, hafif alan etkisine bırakılan bir grup



Şekil 11. 15 kV/m'lik elektrik alanı içerisinde nabız sıklığının değişimi.



Şekil 12. 1 kV/m'lik elektrik alanı içerisinde nabız sıklığının değişimi.

	Alan Varken					
	Alan Yokken		15 kV/m		20 kV/m	
	a	b	a	b	a	b
Hemoglobin	102,4	99,8	103,5	104,9	92,3	94,2
Eritrositler	5,03	4,94	5,32	5,39	4,b	4,b
Lökositler	7 140	7 760	7 400	8 560	5 463	6 99b
Nötrofiller	4 065	4 417	4 654	5 106	3 027	3 899
Trombositler	216 500	209 420	252 110	276 460	329 980	332 8/0
Retikülasitler	5,8	6,6	4,2	5,9	5,5	10,/
Hızlılık testi	91,8	88,9	86,0	87,2	—	—
Sedimentasyon testi	—	—	—	—	5/12	5/13

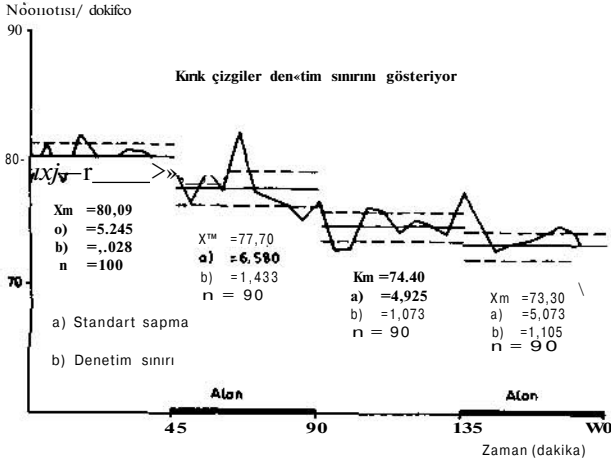
Çizelge 1. Denetim grubu üzerinde, bir öğleden sonra, üç saat süreyle elektrik alan etkimesinin sonunda kanın bileşimi (R.Hauf).

Çizelge 2. Denetim grubu üzerinde, sabahleyin, üç saat süreyle elektrik alan (1 kV/m) etkimesinin sonunda kanın bileşimi (R.Hauf).

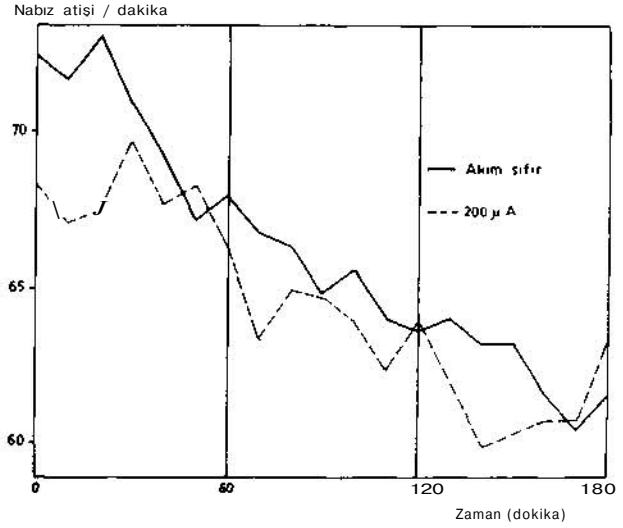
	Alan Varken			
	Alan Yokken		1 kV/m	
	a	b	a	b
Hemoglobin	103,8	106,8	106,7	105,1
Eritrositler	5,07	5,14	5,58	5,45
Lökositler	7 980	7 500	7 800	8 860
Nötrofiller	4 523	4 695	4 862	5 478
Trombositler	182 860	206 550	264 790	283 060
Retikülasitler	6,8	8,0	4,4	6,7
Hızlılık testi	87,3	89,9	84,7	83,7

	Akım Varken					
	Akım Yokken			200 pA		
	a	b	b - a	a	b	b - a
Hemoglobin	96,5	96,4	- 0,1	98,3	100,4	+ 2,1
Eritrositler	4,9	4,9	± 0	5,0	5,0	± 0
Lökositler	6 380	6 915	+ 535	6 435	6 845	+ 410
Nötrofiller	3 404	3 682	+ 278	3 083	3 519	+ 436
Trombositler	239 960	239 310	+ 7 350	238 670	241 630	+ 2 960
Retikülasitler	4,3	4,7	+ 0,4	6,6	7,3	+ 0,7
Hızlılık testi	92,0	86,0	- 6,0	95,0	92,0	- 3,0
Sedimentasyon testi	4/12	4/12	± 0/0	5/13	8/17	+ 3/+ 4

Çizelge 3. Aynı deney koşullarında, denetim grubu üzerinde, 200 μ A'lık (50 Hz) akımın üç saat süreyle geçişinde kan bileşiminin durumu (Eisemann).



Şekil 13. Aynı deney koşullarında alan yok iken nabız sıklığının değişimi (G.Hauf).



Şekil 14. 50 Hz'de 200 µA'lık almaşık akımın üç saat süreyle vücuttan geçişinde nabız sıklığının değişimi.

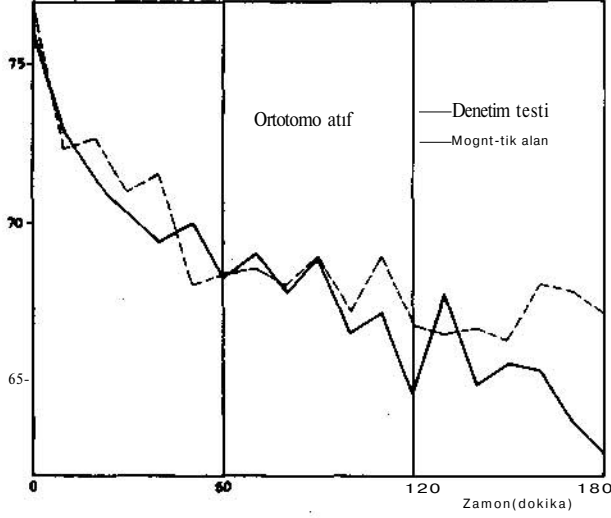
	Alan Yokken			Alan Varken 0,3 mT		
	a	b	b - a	a	b	b - a
Hemoglobin	102,1	99	- 3,1	100,1	102,3	+ 2,2
Renk indeksi	0,97	0,97	± 0	0,98	0,96	- 0,02
Eritrositler	5,19	5,13	- 0,06	5,07	5,23	+ 0,16
Lökositler	5 840	6 010	+ 170	5 765	5 551	- 214
Nötrofiller	2 807	2 985	+ 178	3 085	2 799	- 286
Trombositler	224 330	220 650	- 3 680	171 420	180 820	+ 9 400
Retiküositler	8,2	7,8	- 0,4	7,3	7,4	+ 0,1
Hızlılık testi	86	82	- 4	88	89	+ 1
Sedimentasyon testi	3/7	3/8	0/+1	3/9	3/8	0/-1

Çizelge 4. Aynı deney koşullarında, denetim grubu üzerinde, 0,3 mT'lik magnetik alanın üç saat süreyle etkilemesi sonunda kanın bileşimi (Man tel I).

	Alan Yokken			Alan Varken E = 20 kV/m · B 0,3 mT		
	a	b	b - a	a	b	b - a
Hemoglobin	16,47	16,41	- 0,06	16,43	16,41	- 0,02
Eritrositler	5,39	5,36	- 0,03	5,42	5,39	- 0,03
Lökositler	6 144	6 158	+ 14	6 308	6 298	- 10
Nötrofiller	3 807	3 682,4	- 124,6	3 797,8	3 859,2	+ 61,4
Eozinofiller	1,2	1,1	- 0,1	0,9	0,6	- 0,3
Mononükleozlar	1,3	0,5	- 0,8	0,3	0,8	+ 0,5
Polinükleozlar	59,2	57,8	- 1,4	59,8	59,9	+ 0,1
Limfositler	32,9	34,8	+ 1,9	33,1	32,3	- 0,8
Trombositler	235 960	235 170	- 790	245.31?	245 780	+ 470
Retiküositler	4,7	4,7	0	4,4	4,9	+ 0,5
Hızlılık testi	88,6	87,6	- 0,1	89,1	90,0	+ 0,9
Sedimentasyon testi	4/10	4/10	0/0	4/9,6	4J-/10	0,2/0,4
Conc. glob. en hemog1.	30,20	30,10	- 0,1	30,0	29,9	- 0,1

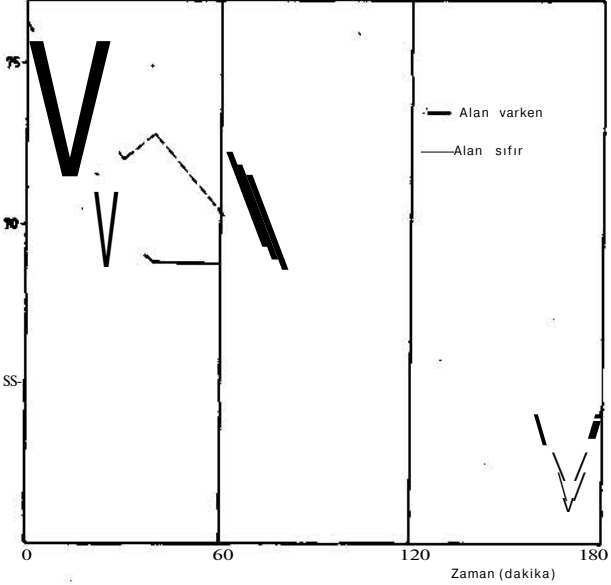
Çizelge 5. Aynı deney koşullarında, denetim grubu üzerinde, elektrik ve magnetik alanların (20 kV/m ve 0,3 mT) birlikte ve üç saat süreyle etkilemesi sonunda kanın bileşimi (Rupilius).

Nabız otu/dokiko



Şekil 15. Üç saat süreyle magnetik alan etkimesi sonucu nabız sıklığındaki değişme.

Naba atıcı/ dakika



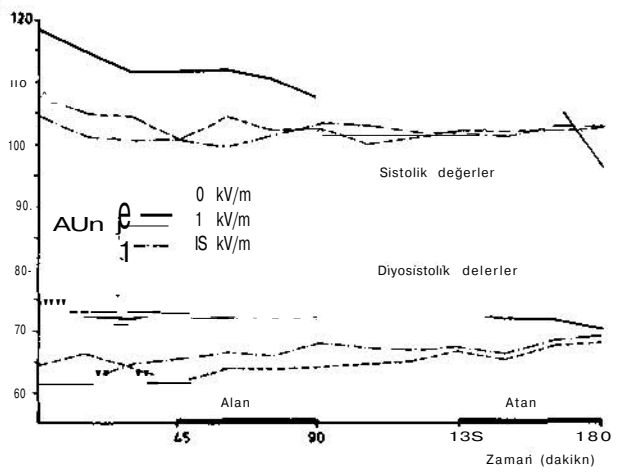
Şekil 16. Üç saat süreyle elektrik ve magnetik alanların birlikte etkimesi sonucu nabız sıklığındaki değişme.

	I	II	III	IV
Kolesterol	197,6	197,5	203,7	204,0
Trigliserid	119,3	120,0	118,7	119,8

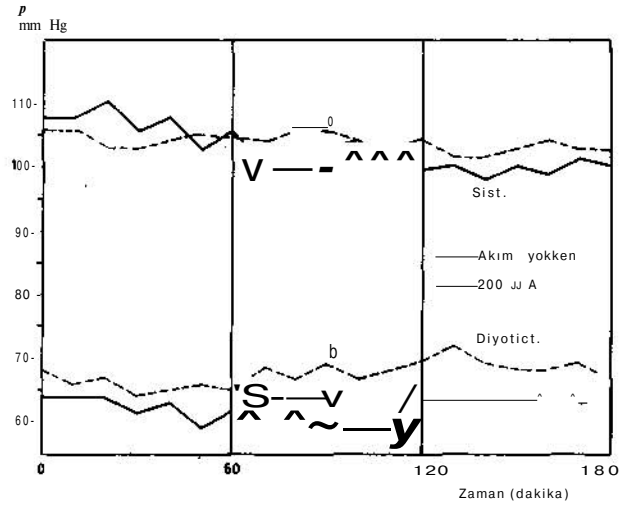
- I) alan etkisinden önce
- II) alan etkisinden hemen sonra
- III) alan etkisinden 20 saat sonra
- IV) alan etkisinden 24 saat sonra

Çizelge 6. Üç saat süreyle elektrik ve magnetik alanların birlikte etkimesi sonucu serumkolesterol ve trigliseridlerdeki değişme (Rupilius).

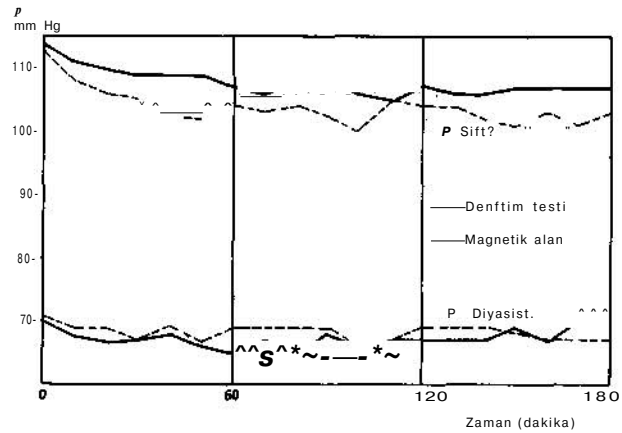
Kan basıncı
mm Hg



Şekil 17. Elektrik alanı içinde kan basıncının değişimi (G. Haus).



Şekil 18. Üç saat süreyle 200 µA'lık (50 Hz'de) bir akımın geçmesi sonucunda kan basıncının değişimi.

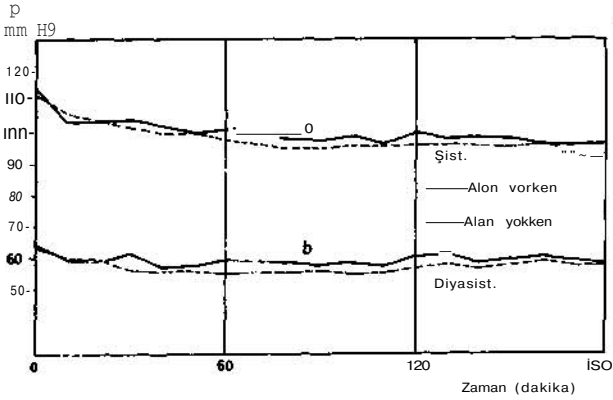


Şekil 19. Aynı deney koşullarında magnetik alan etkimesi sonucu kan basıncının değişimi.

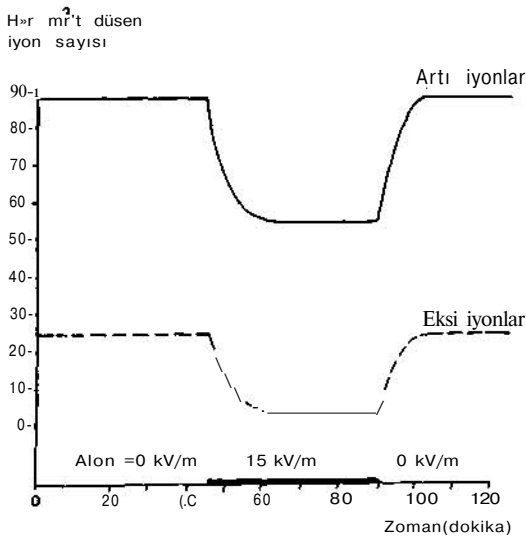
için vücut sıcaklığının deneyin başında 36,6°C, kuvvetli alan etkisinde kalan grup için 36,8°C olarak ölçüldüğü belirtilmektedir. Her iki sıcaklık değeri de normal kabul edilmektedir. Deneyin sonunda birinci grup için vücut sıcaklığı 36,9°C ve ikinci grup için de 37,1°C'dir. Buna göre her iki grup için de vücut sıcaklığında 0,3°C'lik bir artış olmaktadır. Birinci gruptaki sıcaklık artışının normal olarak nitelenmesi ama ikinci gruptaki artışa alanın neden olduğu ve dolayısıyla patolojik bir etki olarak değerlendirilmesi gerektiği sonucunun çıkartılması pek açık görünmemektedir. Ayrıca belirleyici etmen deneyin başı ve sonu arasındaki farklı durum olup her iki grup için de bu farklılık aynıdır.

Yayınlanmış araştırmaların sonuçlardaki farklılığı açıklamak ve bu araştırmaları tamamlamak ve gerekiyorsa daha ileri düzeyde incelemeler yapmak bundan sonraki aşamada izlenmesi gereken yol olarak görünüyor.

Bugün için sorunların tümünün çözümü olanaklı görünmemektedir. Çevrenin korunması bakımından da, elektrik ve magnetik alanların biyolojik etkileri üzerine yoğun ve ileri araştırmalar yapmak mutlak bir zorunluluk olarak duruyor.



Şekil 20. Elektrik ve magnetik alanların birlikte etkimesiyle kan basıncının değişimi.



Şekil 21. Elektrik alanının etkisiyle, çevredeki havada bulunan iyonların sayısındaki değişim.

TERİMLER DİZİNİ

diyastol : kalbin ve atardamarların dolaşım sırasında genişlemesi.

eozin : tetrabromoflüoresein'den meydana gelen kırmızı boyar madde.

eozinofil : *eosinophil* : eozinle kolayca boyanabilen asid anilin boyalarına karşı büyük bir kaynaşma anıklığı olan kırıcı, hücre plazması granülasyonları gösteren ve eozin gibi boyalarla kiremit kırmızısına boyanan (akyuvarlar hk.).

kolesterol : *cholesterol* : tamamen hayvansal kaynaklı olan ve bileşiminde bulunduğu petrol türünün organik, hatta hayvansal bir oluşum olduğunu gösteren alkol.

limfosit : *lymphocyte*

mononükleoz : *mononucleosis* : tek çekirdekli akyuvarların çok çekirdekliye göre daha belirgin bulunduğu lökositoz.

polinükleoz : *polynucleosis* : yalnız çok çekirdekli akyuvar sayısının arttığı lökositoz çeşidi.

trombosit : *thrombocyte* : kanda bulunan, bir kan hücresi tipi olarak düşünülen ve kanın pıhtılaşmasında rol oynayan çok küçük parçacıklar.

İyon : Elektrik yük taşıyan parçacıkların hareketiyle oluşan elektrik alanıdır.

KAYNAKLAR

- [1] *Eisemann, B.*, "Untersuchungen über Langzeiteinwirkung kleiner Wechselströme 50 Hz auf den Menschen". Dissertation, Freiburg, 1975.
- [2] *Hauf, G.*, "Untersuchungen über die Wirkung energietechnischer Felder auf den Menschen". Dissertation, Munich, 1974.
- [3] *Hauf, R.*, "Wirkung von 50 Hz-Wechselfeldern auf den Menschen". etz-b, Cilt 26, 1974, s.12.
- [4] *Hauf, R.*, "Neuere Untersuchungen über den Einfluss elektromagnetischer Felder auf den Menschen". etz-b, Cilt 28, 1976, s.6/7.
- [5] *Kouwenhoven, W., et al.*, "Medical evaluation of man working in ac-electric fields". IEEE Trans. Power App. Syst., No 4, 1967.
- [6] *Kouwenhoven, W., et al.*, "Medical follow-up study of high voltage linemen vworking in ac-electric fields". IEEE Trans. Power.App. Syst., 92, No 4, 1973.
- [7] *Mantell, B.*, "Untersuchungen über die Wirkung eines magnetischen Wechselfeldes 50 Hz auf den Menschen". Dissertation, Freiburg, 1975.
- [8] *Rupilius, J.P.*, "Untersuchungen über die Wirkung eines elektrischen und magnetischen 50 Hz-wechselfeldes auf den Menschen". Dissertation, Freiburg, 1976.
- [9] *Strumza, M.V.*, "influence sur la santé humaine de la proximité des conducteurs d'électricité à haute tension". Archives des Maladies Professionnelles de Medecine du Travail et de Sécurité Sociale, Paris, 1970.